Bonfiglioli
Vectron

Active Cube

Modbus/TCP
Kommunikationsmodul CM-Modbus/TCP
Frequenzumrichter 230 V / 400 V

Bonfiglioli
power, control and green solutions

INHALT

1 ALLGEMEINES ZUR DOKUMENTATION 7

1.1 Zu diesem Dokument 7

1.2 Gewährleistung und Haftung 8

1.3 Verpflichtung 8

1.4 Urheberrecht 8

1.5 Aufbewahrung 9

2 GRUNDLEGENDE SICHERHEITS- UND ANWENDERHINWEISE 10

2.1 Begriffserklärung 10

2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung 11

2.3 Missbräuchliche Verwendung 11
2.3.1 Explosionsschutz 11

2.4 Restgefahren 12

2.5 Sicherheits- und Warnschilder am Frequenzumrichter 12

2.6 Warnhinweise und Symbole in der Betriebsanleitung 13
2.6.1 Gefährdungsklassen 13
2.6.2 Gefahrenzeichen 13
2.6.3 Verbotszeichen 13
2.6.4 Persönliche Schutzausrüstung 13
2.6.5 Recycling 14
2.6.6 Erdungszeichen 14
2.6.7 EGB-Zeichen 14
2.6.8 Informationszeichen 14
2.6.9 Textauszeichnungen in der Dokumentation 14

2.7 Anzuwendende Richtlinien und Vorschriften für den Betreiber 14

2.8 Gesamtanlagendokumentation des Betreibers 15

2.9 Pflichten des Betreibers / Bedienpersonals 16
2.9.1 Personalauswahl und –qualifikation 16
2.9.2 Allgemeine Arbeitssicherheit 16

2.10 Organisatorische Maßnahmen 16
2.10.1 Allgemeines 16
2.10.2 Betrieb mit Fremdprodukten 16
2.10.3 Transport und Lagerung 17
2.10.4 Handhabung und Aufstellung 17
2.10.5 Elektrischer Anschluss 17
2.10.6 Sicherer Betrieb 17
2.10.7 Wartung und Pflege/Störungsbehebung 18
2.10.8 Endgültige Außerbetriebnahme 19

3 EINLEITUNG 20

3.1 Unterstützte Konfigurationen 22

3.2 Initialisierungszeit 23

4 ERSTE INBETRIEBNAHME 23

5 MONTAGE/DEMONTAGE DES KOMMUNIKATIONSMODULS 24

5.1 Montage 24

5.2 Demontage 25

6 MODBUS/TCP-SCHNITTSTELLE 26

6.1 Kommunikationsmodule 27
6.1.1 Installationshinweise 28

6.2 Einrichtung 28
6.2.1 TCP/IP-Konfiguration 28
6.2.2 TCP/IP-Adresse & Subnetz 29
6.2.3 Einstellung Modbus/TCP Timeout 29

6.3 Betriebsverhalten bei Kommunikationsfehler 30

7 PROTOKOLL 31

7.1 Telegrammaufbau 31

7.2 Unterstützte Funktionscodes 32
7.2.1 Funktionscode 3, 16-Bit- oder 32-Bit-Parameter lesen 33
7.2.2 Funktionscode 6, 16-Bit-Parameter schreiben 34
7.2.3 Funktionscode 16, 16-Bit-Parameter schreiben 36
7.2.4 Funktionscode 16, 32-Bit-Parameter schreiben 37
7.2.5 Funktionscode 100 (=0x64), 32-Bit-Parameter lesen 38
7.2.6 Funktionscode 101 (=0x65), 32-Bit-Parameter schreiben 39
7.2.7 Funktionscode 8, Diagnose 41
7.2.8 Ausnahmebedingungsantworten 43
7.2.9 Ausnahmebedingungscodes 44
7.2.10 Modbus/TCP-Übertragungsart 45

7.3 Fehler-Reset 45

8 PARAMETERZUGRIFF 46

8.1 Handhabung der Datensätze/zyklisches Schreiben der Parameter 46

8.2 Handhabung von Index-Parametern/zyklisches Schreiben 47
8.2.1 Beispiel zum Schreiben von Index-Parametern 48
8.2.2 Beispiel zum Lesen von Index-Parametern 48

9 BEISPIELTELEGRAMME MODBUS/TCP 49

9.1 16-Bit-Zugriff 49
9.1.1 Funktionscode 3, 16-Bit-Parameter lesen 49
9.1.2 Funktionscode 6, 16-Bit-Parameter schreiben 50
9.1.3 Funktionscode 16, 16-Bit-Parameter schreiben 51

9.2 32-Bit-Zugriff 52
9.2.1 Funktionscode 3, 32-Bit-Parameter lesen 52
9.2.2 Funktionscode 16, 32-Bit-Parameter schreiben 53
9.2.3 Funktionscode 100 (=0x64), 32-Bit-Parameter lesen 54
9.2.4 Funktionscode 101 (=0x65), 32-Bit-Parameter schreiben 55
9.2.5 Funktionscode 8, Diagnose 56

10 MOTION CONTROL INTERFACE (MCI) / MOTION CONTROL OVERRIDE (MCO) 57

10.1 Motion Control Override 58

10.2 Funktionen des Motion Control Interface (MCI) 63
10.2.1 Bezugssystem 63
10.2.2 Modes of Operation 63
10.2.3 Aktuelle Position und Schleppfehler 64
10.2.4 Zielfenster 64
10.2.5 Lageregler 65
10.2.6 Referenzfahrt 66
10.2.7 Freifahren der Hardware-Endschalter 67

11 STEUERUNG DES FREQUENZUMRICHTERS 68

11.1 Steuerung über Kontakte/Remote-Kontakte 69
11.1.1 Geräte Statemachine 71

11.2 Steuerung über Statemachine 72
11.2.1 Statemachine diagram 74

11.3 Konfigurationen ohne Positioniersteuerungen 77
11.3.1 Verhalten bei Schnellhalt 77
11.3.2 Verhalten bei Übergang 5 (Betrieb sperren) 78
11.3.3 Sollwert/Istwert 79
11.3.4 Sequenz Beispiel 80

11.4 Konfigurationen mit Positioniersteuerung 81
11.4.1 Velocity mode [rpm] (Betriebsart Geschwindigkeit) 82
11.4.2 Profile Velocity mode [u/s] (Betriebsart Geschwindigkeit pv) 86
11.4.3 Profile position mode (Betriebsart Positionieren) 91
11.4.4 Homing mode (Betriebsart Referenzfahrt) 99
11.4.5 Table travel record (Fahrsatz) 102
11.4.6 Endschalter freifahren 111
11.4.7 Elektronisches Getriebe: Slave 115

12 ISTWERTE 126

12.1 Istwerte Motion Control Interface / Motion Control Override 126

13 PARAMETERLISTE 127

13.1 Istwerte (Menü „Actual“) 127

13.2 Parameter (Menü „Para“) 128

14 ANHANG 130

14.1 Steuerwort (Control Word) Übersicht 130

14.2 Zustandswort (Status Word) Überblick 131

14.3 Warnmeldungen 132

14.4 Warnmeldungen Applikation 133

14.5 Fehlermeldungen 134

14.6 Umrechnungen 135
14.6.1 Drehzahl [1/min] in Frequenz [Hz] 135
14.6.2 Frequenz [Hz] in Drehzahl [1/min] 135
14.6.3 Geschwindigkeit in user units pro Sekunde [u/s] in Frequenz [Hz] 135
14.6.4 Frequenz [Hz] in Geschwindigkeit in user units pro Sekunde [u/s] 135
14.6.5 Geschwindigkeit in user units pro Sekunde [u/s] in Drehzahl [1/min] 135
14.6.6 Geschwindigkeit [1/min] in Geschwindigkeit in user units pro Sekunde [u/s] 135

INDEX 136

1 Allgemeines zur Dokumentation

Die Dokumentation der Frequenzumrichter ist zur besseren Übersicht entsprechend den kundenspezifischen Anforderungen strukturiert.

Die vorliegende Anleitung wurde in deutscher Sprache erstellt. Die deutsche Anleitung ist die Originalanleitung. Andere Sprachversionen sind übersetzt.

Quick Start Guide

Die Kurzanleitung „Quick Start Guide“ beschreibt die grundlegenden Schritte zur mechanischen und elektrischen Installation des Frequenzumrichters. Die geführte Inbetriebnahme unterstützt bei der Auswahl notwendiger Parameter und der Softwarekonfiguration des Frequenzumrichters.

Betriebsanleitung

Die Betriebsanleitung dokumentiert die vollständige Funktionalität des Frequenzumrichters. Die für spezielle Anwendungen notwendigen Parameter zur Anpassung an die Applikation und die umfangreichen Zusatzfunktionen sind detailliert beschrieben.

Zu optionalen Komponenten für den Frequenzumrichter wird eine eigene Betriebsanleitung geliefert. Diese ergänzt die Betriebsanleitung und die Kurzanleitung „Quick Start Guide“ für den Frequenzumrichter.

Anwendungshandbuch

Das Anwendungshandbuch ergänzt die Dokumentationen zur zielgerichteten Installation und Inbetriebnahme des Frequenzumrichters. Informationen zu verschiedenen Themen im Zusammenhang mit dem Einsatz des Frequenzumrichters werden anwendungsspezifisch beschrieben.

Installationsanleitung

Die Installationsanleitung beschreibt die Installation und Anwendung von Geräten, ergänzend zur Kurzanleitung und Betriebsanleitung.

1.1 Zu diesem Dokument

Diese Dokumentation beschreibt die Kommunikation über das Protokoll Modbus/TCP mit Frequenzumrichtern der Gerätereihe *ACTIVE* Cube. Die modulare Hard- und Softwarestruktur ermöglicht die kundengerechte Anpassung der Frequenzumrichter. Anwendungen, die eine hohe Funktionalität und Dynamik verlangen, sind komfortabel realisierbar.

⚠ WARNUNG

Die Beachtung der Dokumentationen ist notwendig für den sicheren Betrieb des Frequenzumrichters. Für Schäden jeglicher Art die durch Nichtbeachtung der Dokumentationen entstehen übernimmt die BONFIGLIOLI VECTRON GmbH keine Haftung.

Bei Auftreten besonderer Probleme, die durch die Dokumentationen nicht ausreichend behandelt sind, wenden Sie sich bitte an den Hersteller.

1.2 Gewährleistung und Haftung

Die BONFIGLIOLI VECTRON GmbH weist darauf hin, dass der Inhalt dieser Betriebsanleitung nicht Teil einer früheren oder bestehenden Vereinbarung, Zusage oder eines Rechtsverhältnisses ist oder dieses abändern soll. Sämtliche Verpflichtungen des Herstellers ergeben sich aus dem jeweiligen Kaufvertrag, der auch die vollständige und allein gültige Gewährleistungsregelung enthält. Diese vertraglichen Gewährleistungsbestimmungen werden durch die Ausführung dieser Dokumentation weder erweitert noch beschränkt.

Der Hersteller behält sich das Recht vor, Inhalt und Produktangaben sowie Auslassungen in der Betriebsanleitung ohne vorherige Bekanntgabe zu korrigieren, bzw. zu ändern und übernimmt keinerlei Haftung für Schäden, Aufwendungen und Verletzungen, die auf vorgenannte Gründe zurückzuführen sind.

Zudem schließt die BONFIGLIOLI VECTRON GmbH Gewährleistungs-/Haftungsansprüche bei Personen- und Sachschäden aus, wenn sie auf eine oder mehrere der folgenden Ursachen zurückzuführen sind:

- nicht bestimmungsgemäße Verwendung des Frequenzumrichters,
- Nichtbeachten der Hinweise, Gebote und Verbote in den Dokumentationen,
- eigenmächtige bauliche Veränderungen des Frequenzumrichters,
- mangelhafte Überwachung von Teilen der Maschine/Anlage, die Verschleiß unterliegen,
- nicht sachgemäße und nicht rechtzeitig durchgeführte Instandsetzungsarbeiten an der Maschine/Anlage,
- Katastrophenfälle durch Fremdeinwirkung und höhere Gewalt.

1.3 Verpflichtung

Die Betriebsanleitung ist vor der Inbetriebnahme zu lesen und zu beachten. Jede Person, die mit

- Transport,
- Montagearbeiten,
- Installation des Frequenzumrichters und
- Bedienung des Frequenzumrichters

beauftragt ist, muss die Betriebsanleitung, insbesondere die Sicherheitshinweise, gelesen und verstanden haben (Dadurch vermeiden Sie Personen- und Sachschäden).

1.4 Urheberrecht

Im Sinne des Gesetzes gegen unlauteren Wettbewerb ist diese Betriebsanleitung eine Urkunde. Das Urheberrecht davon verbleibt der

BONFIGLIOLI VECTRON GmbH
Europark Fichtenhain B6
47807 Krefeld
Deutschland

Diese Betriebsanleitung ist für den Betreiber des Frequenzumrichters und dessen Personal bestimmt. Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten (in Papierform und elektronisch), soweit nicht ausdrücklich gestattet.

Zuwiderhandlungen verstoßen gegen das Urheberrechtsgesetz vom 9. Sept. 1965, das Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb und das Bürgerliche Gesetzbuch und verpflichten zu Schadensersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

1.5 Aufbewahrung

Die Dokumentationen sind ein wesentlicher Bestandteil des Frequenzumrichters. Sie sind so aufzubewahren, dass sie dem Bedienpersonal jederzeit frei zugänglich sind. Sie müssen im Fall eines Weiterverkaufs des Frequenzumrichters mitgegeben werden.

2 Grundlegende Sicherheits- und Anwenderhinweise

Im Kapitel "Grundlegende Sicherheits- und Anwenderhinweise" sind generelle Sicherheitshinweise für den Betreiber sowie das Bedienpersonal aufgeführt. Am Anfang einiger Hauptkapitel sind Sicherheitshinweise gesammelt aufgeführt, die für alle durchzuführenden Arbeiten in dem jeweiligen Kapitel gelten. Vor jedem sicherheitsrelevanten Arbeitsschritt sind zudem speziell auf den Arbeitsschritt zugeschnittene Sicherheitshinweise eingefügt.

2.1 Begriffserklärung

In den Dokumentationen werden für verschiedene Tätigkeiten bestimmte Personengruppen mit entsprechenden Qualifikationen gefordert.

Die Personengruppen mit entsprechend vorgeschriebenen Qualifikationen sind wie folgt definiert.

Betreiber

Als Betreiber (Unternehmer/Unternehmen) gilt, wer den Frequenzumrichter betreibt und bestimmungsgemäß einsetzt oder durch geeignete und unterwiesene Personen bedienen lässt.

Bedienpersonal

Als Bedienpersonal gilt, wer vom Betreiber des Frequenzumrichters unterwiesen, geschult und mit der Bedienung des Frequenzumrichters beauftragt ist.

Fachpersonal

Als Fachpersonal gilt, wer vom Betreiber des Frequenzumrichters mit speziellen Aufgaben wie Aufstellung, Wartung und Pflege/Instandhaltung und Störungsbehebung beauftragt ist. Fachpersonal muss durch Ausbildung oder Kenntnisse geeignet sein, Fehler zu erkennen und Funktionen zu beurteilen.

Elektrofachkraft

Als Elektrofachkraft gilt, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung Kenntnisse und Erfahrungen an elektrischen Anlagen besitzt. Zudem muss die Elektrofachkraft über Kenntnisse der einschlägigen gültigen Normen und Vorschriften verfügen, die ihr übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen und abwenden können.

Unterwiesene Person

Als unterwiesene Person gilt, wer über die ihr übertragenen Aufgaben und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet und angelernt wurde. Zudem muss die unterwiesene Person über die notwendigen Schutzeinrichtungen, Schutzmaßnahmen, einschlägigen Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften sowie Betriebsverhältnisse belehrt und ihre Befähigung nachgewiesen werden.

Sachkundiger

Als Sachkundiger gilt, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung und Erfahrung ausreichende Kenntnisse in Bezug auf Frequenzumrichter besitzt. Er muss mit den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, Richtlinien und allgemein anerkannten Regeln der Technik vertraut sein, um den arbeitssicheren Zustand des Frequenzumrichters beurteilen zu können.

2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der Frequenzumrichter ist nach dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut.

Die Frequenzumrichter sind elektrische Antriebskomponenten, die zum Einbau in industrielle Anlagen oder Maschinen bestimmt sind. Die Inbetriebnahme und Aufnahme des bestimmungsgemäßen Betriebs ist solange untersagt, bis festgestellt wurde, dass die Maschine den Bestimmungen der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und DIN EN 60204-1 entspricht.

Die Frequenzumrichter erfüllen die Anforderungen der Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG und entsprechen der Norm DIN EN 61800-5-1. Die CE-Kennzeichnung erfolgt basierend auf diesen Normen. Die Verantwortung für die Einhaltung der EMV-Richtlinie 2004/108/EG liegt beim Betreiber. Frequenzumrichter sind eingeschränkt erhältlich und als Komponenten ausschließlich zur gewerblichen Verwendung im Sinne der Norm DIN EN 61000-3-2 bestimmt.

Am Frequenzumrichter dürfen keine kapazitiven Lasten angeschlossen werden.

Die technischen Daten und die Angaben zu Anschluss- und Umgebungsbedingungen müssen dem Typenschild und den Dokumentationen entnommen und unbedingt eingehalten werden.

2.3 Missbräuchliche Verwendung

Eine andere als unter "Bestimmungsgemäße Verwendung" oder darüber hinaus gehende Benutzung ist aus Sicherheitsgründen nicht zulässig und gilt als missbräuchliche Verwendung.

Nicht gestattet ist beispielsweise der Betrieb der Maschine/Anlage

- durch nicht unterwiesenes Personal,
- in fehlerhaftem Zustand,
- ohne Schutzverkleidung (beispielsweise Abdeckungen),
- ohne oder mit abgeschalteten Sicherheitseinrichtungen.

Für alle Schäden aus missbräuchlicher Verwendung haftet der Hersteller nicht. Das Risiko trägt allein der Betreiber.

2.3.1 Explosionsschutz

Der Frequenzumrichter ist in der Schutzklasse IP 20 ausgeführt. Der Einsatz in explosionsgefährdeter Atmosphäre ist somit nicht gestattet.

2.4 Restgefahren

Restgefahren sind besondere Gefährdungen beim Umgang mit dem Frequenzumrichter, die sich trotz sicherheitsgerechter Konstruktion nicht beseitigen lassen. Restgefahren sind nicht offensichtlich erkennbar und können Quelle einer möglichen Verletzung oder Gesundheitsgefährdung sein.

Typische Restgefährdungen sind beispielsweise:

Elektrische Gefährdung

Gefahr durch Kontakt mit spannungsführenden Bauteilen aufgrund eines Defekts, geöffneter Abdeckungen und Verkleidungen sowie nicht fachgerechtem Arbeiten an der elektrischen Anlage.

Gefahr durch Kontakt mit spannungsführenden Bauteilen innerhalb des Frequenzumrichters, weil vom Betreiber keine externe Freischalteinrichtung verbaut wurde.

Elektrostatische Aufladung

Gefahr der elektrostatischen Entladung durch Berühren elektronischer Bauelemente.

Thermische Gefährdungen

Unfallgefahr durch heiße Oberflächen der Maschine/Anlage, wie beispielsweise Kühlkörper, Transformator, Sicherung oder Sinusfilter.

Aufgeladene Kondensatoren im Zwischenkreis

Der Zwischenkreis kann bis zu 3 Minuten nach Ausschalten noch gefährliche Spannungen führen.

Gefährdung durch herabfallende und/oder umfallende Geräte beispielsweise beim Transport

Der Schwerpunkt liegt nicht in der Mitte der Schaltschrankmodule.

2.5 Sicherheits- und Warnschilder am Frequenzumrichter

- Beachten Sie alle Sicherheits- und Gefahrenhinweise am Frequenzumrichter.
- Sicherheits- und Gefahrenhinweise am Frequenzumrichter dürfen nicht entfernt werden.

2.6 Warnhinweise und Symbole in der Betriebsanleitung

2.6.1 Gefährdungsklassen

In der Betriebsanleitung werden folgende Benennungen bzw. Zeichen für besonders wichtige Angaben benutzt:

⚠ GEFAHR

Kennzeichnung einer unmittelbaren Gefährdung mit **hohem** Risiko, die Tod oder schwere Körperverletzung zur Folge hat, wenn sie nicht vermieden wird.

⚠ WARNUNG

Kennzeichnung einer möglichen Gefährdung mit **mittlerem** Risiko, die Tod oder schwere Körperverletzung zur Folge haben kann, wenn sie nicht vermieden wird.

⚠ VORSICHT

Kennzeichnung einer Gefährdung mit **geringem** Risiko, die leichte oder mittlere Körperverletzung zur Folge haben könnte, wenn sie nicht vermieden wird.

HINWEIS

Kennzeichnung einer Gefährdung die Sachschäden zur Folge haben könnte, wenn sie nicht vermieden wird.

2.6.2 Gefahrenzeichen

Symbol	Bedeutung	Symbol	Bedeutung
	Allgemeiner Gefahrenhinweis		Schwebende Last
	Elektrische Spannung		Heiße Oberflächen

2.6.3 Verbotszeichen

Symbol	Bedeutung
	Nicht schalten; es ist verboten die Maschine/Anlage, die Baugruppe einzuschalten

2.6.4 Persönliche Schutzausrüstung

Symbol	Bedeutung
	Körperschutz tragen

2.6.5 Recycling

Symbol	Bedeutung
	Recycling, zur Abfallvermeidung alle Stoffe der Wiederverwendung zuführen

2.6.6 Erdungszeichen

Symbol	Bedeutung
	Erdungsanschluss

2.6.7 EGB-Zeichen

Symbol	Bedeutung
	EGB: Elektrostatisch gefährdete Bauelemente und Baugruppen

2.6.8 Informationszeichen

Symbol	Bedeutung
	Tipps und Hinweise, die den Umgang mit dem Frequenzumrichter erleichtern

2.6.9 Textauszeichnungen in der Dokumentation

Beispiel	Auszeichnung	Verwendung
1234	fett	Darstellung von Parameternummern
Parameter	kursiv, Schriftart Times New Roman	Darstellung von Parameterbezeichnungen
P.1234	fett	Darstellung von Parameternummern ohne Bezeichnung, z. B. in Formeln
Q.1234	fett	Darstellung von Quellennummern

2.7 Anzuwendende Richtlinien und Vorschriften für den Betreiber

Beachten Sie als Betreiber folgende Richtlinien und Vorschriften:

- Machen Sie Ihrem Personal die jeweils geltenden, auf den Arbeitsplatz bezogenen Unfallverhütungsvorschriften sowie andere national geltende Vorschriften zugänglich.
- Stellen Sie vor der Benutzung des Frequenzumrichters durch eine autorisierte Person sicher, dass die bestimmungsgemäße Verwendung eingehalten wird und alle Sicherheitsbestimmungen beachtet werden.
- Beachten Sie zusätzlich die jeweiligen in nationales Recht umgesetzten Gesetze, Verordnungen und Richtlinien des Landes in dem der Frequenzumrichter eingesetzt wird.

Eventuell notwendige zusätzliche Richtlinien und Vorschriften sind vom Betreiber der Maschine/Anlage entsprechend der Betriebsumgebung festzulegen.

2.8 Gesamtanlagendokumentation des Betreibers

- Erstellen Sie zusätzlich zur Betriebsanleitung eine separate interne Betriebsanweisung für den Frequenzumrichter. Binden Sie die Betriebsanleitung des Frequenzumrichters in die Betriebsanleitung der Gesamtanlage ein.

2.9 Pflichten des Betreibers/Bedienpersonals

2.9.1 Personalauswahl und –qualifikation

- Sämtliche Arbeiten am Frequenzumrichter dürfen nur von Fachpersonal durchgeführt werden. Das Personal darf nicht unter Drogen- oder Medikamenteneinfluss stehen. Beachten Sie das gesetzlich zulässige Mindestalter. Legen Sie die Zuständigkeiten des Personals für alle Arbeiten an dem Frequenzumrichter klar fest.
- Arbeiten an den elektrischen Bauteilen dürfen nur durch eine Elektrofachkraft gemäß den elektrotechnischen Regeln erfolgen.
- Das Bedienpersonal muss entsprechend der durchzuführenden Tätigkeiten geschult werden.

2.9.2 Allgemeine Arbeitssicherheit

- Beachten Sie allgemeingültige, gesetzliche und sonstige verbindliche Regelungen zur Unfallverhütung und zum Umweltschutz und weisen Sie ergänzend zur Betriebsanleitung der Maschine/Anlage auf diese hin.
  Derartige Pflichten können auch beispielsweise den Umgang mit gefährlichen Medien und Stoffen oder das Zurverfügungstellen/Tragen persönlicher Schutzausrüstungen betreffen.
- Ergänzen Sie die Betriebsanleitung um Anweisungen einschließlich Aufsichts- und Meldepflichten zur Berücksichtigung betrieblicher Besonderheiten, beispielsweise hinsichtlich Arbeitsorganisation, Arbeitsabläufen und eingesetztem Personal.
- Nehmen Sie keine Veränderungen, An- und Umbauten ohne Genehmigung des Herstellers an dem Frequenzumrichter vor.
- Betreiben Sie den Frequenzumrichter nur unter Einhaltung aller durch den Hersteller gegebenen Anschluss- und Einstellwerte.
- Stellen Sie ordnungsgemäße Werkzeuge zur Verfügung, die für die Durchführung aller Arbeiten an dem Frequenzumrichter erforderlich sind.

2.10 Organisatorische Maßnahmen

2.10.1 Allgemeines

- Schulen Sie als Betreiber Ihr Personal in Bezug auf den Umgang und die Gefahren des Frequenzumrichters und der Maschine/Anlage.
- Die Verwendung einzelner Bauteile oder Komponenten des Frequenzumrichters in anderen Maschinen-/Anlagenteilen des Betreibers ist verboten.
- Optionale Komponenten für den Frequenzumrichter sind entsprechend ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung und unter Beachtung der entsprechenden Dokumentationen einzusetzen.

2.10.2 Betrieb mit Fremdprodukten

- Bitte beachten Sie, dass die BONFIGLIOLI VECTRON GmbH keine Verantwortung für die Kompatibilität zu Fremdprodukten (beispielsweise Motoren, Kabel oder Filter) übernimmt.
- Um die beste Systemkompatibilität zu ermöglichen, bietet die BONFIGLIOLI VECTRON GmbH Komponenten an, die die Inbetriebnahme vereinfachen und die beste Abstimmung der Maschinen-/Anlagenteile im Betrieb bieten.
- Die Verwendung des Frequenzumrichters mit Fremdprodukten erfolgt auf eigenes Risiko.

2.10.3 Transport und Lagerung

- Führen Sie den Transport und die Lagerung sachgemäß in der Originalverpackung durch.
- Nur in trockenen, staub- und nässegeschützten Räumen, mit geringen Temperaturschwankungen lagern. Die Bedingungen nach DIN EN 60721-3-1 für die Lagerung, DIN EN 60721-3-2 für den Transport und die Kennzeichnung auf der Verpackung beachten.
- Die Lagerdauer, ohne Anschluss an die zulässige Nennspannung, darf ein Jahr nicht überschreiten.

2.10.4 Handhabung und Aufstellung

- Nehmen Sie keine beschädigten oder zerstörten Komponenten in Betrieb.
- Vermeiden Sie mechanische Überlastungen des Frequenzumrichters. Verbiegen Sie keine Bauelemente und ändern Sie niemals die Isolationsabstände.
- Berühren Sie keine elektronischen Bauelemente und Kontakte. Der Frequenzumrichter enthält elektrostatisch gefährdete Komponenten, die durch unsachgemäße Handhabung beschädigt werden können. Bei Betrieb von beschädigten oder zerstörten Komponenten ist die Sicherheit der Maschine/Anlage und die Einhaltung angewandter Normen nicht mehr gewährleistet.
- Stellen Sie den Frequenzumrichter nur in einer geeigneten Betriebsumgebung auf. Der Frequenzumrichter ist ausschließlich für die Aufstellung in industrieller Umgebung vorgesehen.
- Das Entfernen von Plomben am Gehäuse kann die Ansprüche auf Gewährleistung beeinträchtigen.

2.10.5 Elektrischer Anschluss

- Beachten Sie die fünf Sicherheitsregeln.
- Berühren Sie niemals spannungsführende Anschlüsse. Der Zwischenkreis kann bis zu 3 Minuten nach Ausschalten noch gefährliche Spannungen führen.
- Beachten Sie bei allen Tätigkeiten am Frequenzumrichter die jeweils geltenden nationalen und internationalen Vorschriften/Gesetze für Arbeiten an elektrischen Ausrüstungen/Anlagen des Landes in dem der Frequenzumrichter eingesetzt wird.
- Die an den Frequenzumrichter angeschlossenen Leitungen dürfen, ohne vorherige schaltungstechnische Maßnahmen, keiner Isolationsprüfung mit hoher Prüfspannung ausgesetzt werden.
- Schließen Sie den Frequenzumrichter nur an dafür geeignete Versorgungsnetze an.

2.10.5.1 Die fünf Sicherheitsregeln

Beachten Sie bei allen Arbeiten an elektrischen Anlagen die fünf Sicherheitsregeln:

1. Freischalten
2. Gegen Wiedereinschalten sichern
3. Spannungsfreiheit feststellen
4. Erden und Kurzschließen
5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschranken

2.10.6 Sicherer Betrieb

- Beachten Sie beim Betrieb des Frequenzumrichters die jeweils geltenden nationalen und internationalen Vorschriften/Gesetzte für Arbeiten an elektrischen Ausrüstungen/Anlagen.
- Montieren Sie vor der Inbetriebnahme und Aufnahme des bestimmungsgemäßen Betriebs alle Abdeckungen und überprüfen Sie die Klemmen. Kontrollieren Sie die zusätzlichen Überwachungs- und Schutzeinrichtungen gemäß den jeweils gültigen nationalen und internationalen Sicherheitsbestimmungen.
- Öffnen Sie während des Betriebs niemals die Maschine/Anlage
- Während des Betriebes dürfen keine Anschlüsse vorgenommen werden.

- Die Maschine/Anlage führt während des Betriebs hohe Spannungen, enthält rotierende Teile (Lüfter) und besitzt heiße Oberflächen. Bei unzulässigem Entfernen von Abdeckungen, bei unsachgemäßem Einsatz, bei falscher Installation oder Bedienung, besteht die Gefahr von schweren Personen- oder Sachschäden.
- Auch einige Zeit nach dem Ausschalten der Maschine/Anlage können Bauteile, beispielsweise Kühlkörper oder der Bremswiderstand, eine hohe Temperatur besitzen. Berühren Sie keine Oberflächen direkt nach dem Ausschalten. Gegebenenfalls Schutzhandschuhe tragen.
- Der Frequenzumrichter kann auch nach dem Ausschalten noch gefährliche Spannungen führen bis der Kondensator im Zwischenkreis entladen ist. Warten Sie mindestens 3 Minuten nach dem Ausschalten bevor Sie mit elektrischen oder mechanischen Arbeiten am Frequenzumrichter beginnen. Auch nach Beachtung dieser Wartezeit muss vor dem Beginn von Arbeiten entsprechend der Sicherheitsregeln die Spannungsfreiheit festgestellt werden.
- Zur Vermeidung von Unfällen oder Schäden dürfen nur qualifiziertes Fachpersonal sowie Elektrofachkräfte Arbeiten wie Installation, Inbetriebnahme und Einstellung ausführen.
- Trennen Sie den Frequenzumrichter bei Schäden an Anschlüssen, Kabeln oder ähnlichem sofort von der Netzversorgung.
- Personen, die nicht mit dem Betrieb von Frequenzumrichtern vertraut sind, darf der Zugang zum Frequenzumrichter nicht ermöglicht werden. Umgehen Sie keine Schutzeinrichtungen oder setzen Sie diese nicht außer Betrieb.
- Der Frequenzumrichter darf alle 60 s an das Netz geschaltet werden. Berücksichtigen Sie dies beim Tippbetrieb eines Netzschützes. Für die Inbetriebnahme oder nach Not-Aus ist einmaliges direktes Wiedereinschalten zulässig.
- Nach einem Ausfall und Wiederanliegen der Versorgungsspannung kann es zum plötzlichen Wiederanlaufen des Motors kommen, wenn die Autostartfunktion aktiviert ist.
  Ist eine Gefährdung von Personen möglich, muss eine externe Schaltung installiert werden, die ein Wiederanlaufen verhindert.
- Vor der Inbetriebnahme und Aufnahme des bestimmungsgemäßen Betriebs alle Abdeckungen anbringen und die Klemmen überprüfen. Zusätzliche Überwachungs- und Schutzeinrichtungen gemäß DIN EN 60204 und den jeweils gültigen Sicherheitsbestimmungen kontrollieren (beispielsweise Gesetz über technische Arbeitsmittel oder Unfallverhütungsvorschriften).

2.10.7 Wartung und Pflege / Störungsbehebung

- Führen Sie eine Sichtprüfung am Frequenzumrichter bei den vorgeschriebenen Wartungsarbeiten und Prüftermine an der Maschine/Anlage durch.
- Halten Sie die für die Maschine/Anlage vorgeschriebenen Wartungsarbeiten und Prüftermine einschließlich Angaben zum Austausch von Teilen/Teilausrüstungen ein.
- Arbeiten an den elektrischen Bauteilen dürfen nur durch eine Elektrofachkraft gemäß den elektrotechnischen Regeln erfolgen. Verwenden Sie nur Originalersatzteile.
- Unbefugtes Öffnen und unsachgemäße Eingriffe in die Maschine/Anlage können zu Körperverletzung bzw. Sachschäden führen. Reparaturen der Frequenzumrichter dürfen nur vom Hersteller bzw. von ihm autorisierten Personen vorgenommen werden. Schutzeinrichtungen regelmäßig überprüfen.
- Führen Sie Wartungsarbeiten nur durch, wenn die Maschine/Anlage von der Netzspannung getrennt und gegen Wiedereinschalten gesichert ist. Beachten Sie die fünf Sicherheitsregeln.

2.10.8 Endgültige Außerbetriebnahme

Sofern keine Rücknahme- oder Entsorgungsvereinbarung getroffen wurde, führen Sie die zerlegten Bauteile des Frequenzumrichters der Wiederverwendung zu:

- Metallische Materialreste verschrotten
- Kunststoffelemente zum Recycling geben
- Übrige Komponenten nach Materialbeschaffenheit sortiert entsorgen

Elektroschrott, Elektronikkomponenten, Schmier- und andere Hilfsstoffe unterliegen der Sondermüllbehandlung und dürfen nur von zugelassenen Fachbetrieben entsorgt werden.

Nationale Entsorgungsbestimmungen sind im Hinblick auf die umweltgerechte Entsorgung des Frequenzumrichters unbedingt zu beachten. Nähere Auskünfte gibt die entsprechende Kommunalbehörde.

3 Einleitung

Das vorliegende Dokument beschreibt das Modbus/TCP-Protokoll für die Kommunikationsmodule CM-Modbus/TCP und CM-Modbus/TCP-2P (integrierte Switch-Funktion). Nach Verbindung von Modbus/TCP mit der SPS kann eine zusätzliche logische Verbindung vom CM-Modbus/TCP zu der VPlus-Software auf einem per Ethernet-Netzwerk verbundenen Computer genutzt werden.

Für den Modbus/TCP-Anschluss muss der Frequenzumrichter mit dem Kommunikationsmodul CM-Modbus/TCP oder CM-Modbus/TCP-2P ausgerüstet sein.

Die Kommunikationsmodule CM-Modbus/TCP und CM-Modbus/TCP-2P sind separate Komponenten und müssen an den Frequenzumrichter montiert werden. Dies ist im Kapitel 5.1 „Montage“ beschrieben.

Die Modbus/TCP-Kommunikation (wie in dieser Anleitung beschrieben) erfordert die Softwareversion 5.3.0 oder höher.

Diese Anleitung beschreibt ausschließlich die Kommunikationsmodule CM-Modbus/TCP und CM-Modbus/TCP-2P. Sie ist keine Grundlageninformation zu Ethernet-Schnittstellen und auch keine Grundlageninformation zum Betreiben von Frequenzumrichtern. Grundlegende Kenntnisse der Methoden und Funktionsweise von Modbus/TCP-Schnittstellen und Modbus/TCP-Protokoll sind für das Verständnis und die Umsetzung der in diesem Dokument enthaltenen Anweisungen Voraussetzung.

In einigen Kapiteln dieser Anleitung sind – alternativ zur Bedieneinheit – Einstell- und Anzeigemöglichkeiten mit Hilfe der PC-Bediensoftware VPlus beschrieben. Hierbei kommuniziert VPlus

- über das Modul CM-Modbus/TCP oder CM-Modbus/TCP-2P **oder**
- über die serielle Schnittstelle

mit dem Frequenzumrichter.

Das Modul ermöglicht den gleichzeitigen Betrieb von Modbus/TCP sowie eine Bedienung von VPlus über das Protokoll VABus/TCP.

⚠ WARNUNG

Über CM-Modbus/TCP oder CM-Modbus/TCP-2P kann eine Steuerung auf **sämtliche** Parameter des Frequenzumrichters zugreifen.

Eine Veränderung von Parametern, deren Bedeutung dem Anwender unbekannt sind, kann zur Funktionsunfähigkeit des Frequenzumrichters und zu gefährlichen Zuständen in der Anlage führen.

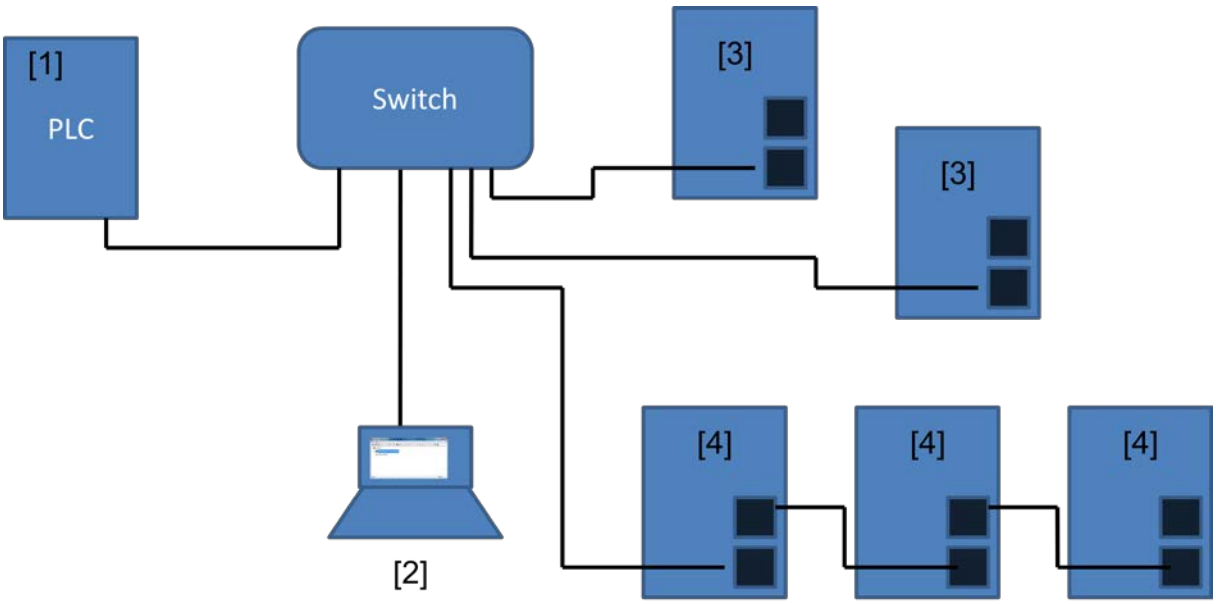
Modulvarianten:

Es existieren zwei Modulvarianten für Modbus/TCP.

CM-Modbus/TCP bietet eine physikalische Schnittstelle für die Kommunikation über Modbus/TCP. Die daraus mögliche Netzwerk-Topologie ist die sternförmige Verbindung. Der Sternpunkt ist ein externer Switch.

CM-Modbus/TCP-2P bietet zwei physikalische Schnittstellen für die Kommunikation über Modbus/TCP. Die daraus möglichen Netzwerk-Topologien sind:

- Stern (wie bei CM-Modbus/TCP)
- Linie



[1] SPS
[2] PC zum Kommissionieren oder Diagnostizieren (temporär oder dauerhaft angeschlossen)
[3] ACU mit CM-Modbus/TCP oder CM-Modbus/TCP-2P (2. Port nicht verbunden)
[4] ACU mit CM-Modbus/TCP-2P

3.1 Unterstützte Konfigurationen

ACTIVE Cube Frequenzumrichter unterstützt verschiedene Steuerungsarten und Sollwertvorgaben

- Standard (ohne Positionierfunktionen)
- Positionierung über Kontakte (oder Remote-Kontakte)
- Positionierung über Motion Control Interface (MCI) über Feldbus

Eine Konfiguration mit Positioniersteuerung ist gewählt, wenn Parameter *Konfiguration* **30** = x40 (beispielsweise 240) eingestellt ist. Für die Nutzung des vollen Funktionsumfangs des Motion Control Interfaces muss zusätzlich Parameter *Local/Remote* **412** = „1-Steuerung über Statemachine“ gesetzt sein.

Das Betriebsverhalten des Frequenzumrichters unter Beachtung von *control word/status word* und *modes of operation* ist in den Konfigurationsgruppen unterschiedlich.

Standard:

Notwendige Einstellungen: *Konfiguration* **30** ≠ x40
Local/Remote **412** = (Remote-) Kontakte

➔ Die Steuerung (Start, Stop, Frequenzumschaltung, etc.) erfolgt typischerweise über
  - o Digitalkontakte.
  - o Remote-Kontakte über Feldbus.

➔ Sollwerte ergeben sich über die ausgewählte Konfiguration. Typisch sind:
  - o Drehzahlsollwert/Frequenzsollwert:
    - Analogeingang.
    - Festwerte aus Parametern.
    - *Override Target Velocity vl [rpm]* **1459** (Zielgeschwindigkeit).
  - o Prozent-Sollwert für Technologieregler oder Drehmomentregelung
    - Analogeingang.
    - Festwerte aus Parametern.

Siehe Kapitel 11.3 „Konfigurationen ohne Positioniersteuerungen“ für eine Steuerung ohne Positionierfunktionen.

Positionierung über Kontakte (oder Remote-Kontakte):

Notwendige Einstellungen: *Konfiguration* **30** = x40
Local/Remote **412** = (Remote-) Kontakte

➔ Die Steuerung (Start, Stop, Zielpositionsumschaltung, etc.) erfolgt typischerweise über
  - o Digitalkontakte.
  - o Remote-Kontakte über Feldbus.

➔ Sollwerte ergeben sich über die ausgewählte Konfiguration. Typisch sind:
  - o Referenz-Drehzahl/Referenz-Frequenz.
  - o Referenz-Zielposition.

Bitte beachten Sie auch das Anwendungshandbuch „Positionierung“.

MCI (Motion Control Interface – Positionierung über Feldbus):

Bei Modbus/TCP-Kommunikation steht MCI nicht zur Verfügung. Stattdessen kann Motion Control Override (MCO) verwendet werden.

Notwendige Einstellungen: *Konfiguration* **30** = x40
Local/Remote **412** = 1 – Statemachine

➔ Die Steuerung (Start, Stop, Moduswechsel, etc.) erfolgt über *Steuerwort* **410** (Control word).

➔ Sollwerte ergeben sich über den ausgewählten *Override Modes Of Operation* **1454**.

Typisch sind:
  - o Drehzahlsollwert über *Override Target Velocity vl [rpm]* **1459** (Zielgeschwindigkeit).
  - o Zielposition über *Override target position* **1455**.

Die Verwendung des Motion Control Interface ist in den Kapiteln 10 „Motion Control Interface (MCI) / Motion Control Override (MCO)“ und 11.4 „Konfigurationen mit Positioniersteuerung“ beschrieben.

3.2 Initialisierungszeit

Beim Einschalten des Frequenzumrichters muss neben dem Frequenzumrichter auch das Kommunikationsmodul initialisiert werden. Die Initialisierung kann bis zu 20 Sekunden dauern.

Warten Sie die Initialisierungsphase ab, bevor Sie mit der Kommunikation beginnen (RUN-LED).

4 Erste Inbetriebnahme

Für die erste Inbetriebnahme sollten Sie sich mit folgenden Schritten und den beschriebenen Funktionen vertraut machen:

- Installation des Moduls — Kapitel 5.1
- Auswahl der Geräte-Steuerung *Local/Remote* **412** — Kapitel 11
- Inbetriebnahme der Geräte-Funktionen über die SPS
  - Motion Control Override — Kapitel 10.1
  - Fehlerreaktion — Kapitel 6.3
    - Fehlerreset — Kapitel 7.3
- Vorgabe Sollwert:
  - Drehzahlsollwert in drehzahlgeregelter Konfiguration x10, x11, x15, x16, x30, x60 — Kapitel 11.3
  - Sollwert in Positions-Konfiguration x40 — Kapitel 10 und 11.4
    - Velocity Mode — Kapitel 11.4.1
    - Profile Velocity Mode — Kapitel 11.4.2
    - Profile Position Mode — Kapitel 11.4.3
    - Homing Mode — Kapitel 11.4.4
    - Table Travel record Mode — Kapitel 11.4.5
    - Modus-Wechsel — Kapitel 10
- Diagnose: — Kapitel 14 und 13.1

5 Montage / Demontage des Kommunikationsmoduls

5.1 Montage

Das Kommunikationsmodul CM-Modbus/TCP bzw. CM-Modbus/TCP-2P wird für die Montage vormontiert in einem Gehäuse geliefert. Zusätzlich ist für die PE-Anbindung (Schirmung) eine PE-Feder beigelegt.

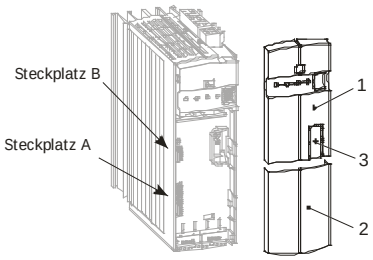
⚠ VORSICHT

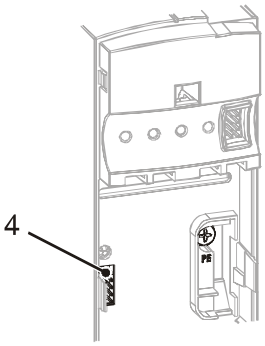
Gefahr der Zerstörung des Frequenzumrichters und / oder des Kommunikationsmoduls

- Vor der Montage des Kommunikationsmoduls muss der Frequenzumrichter spannungsfrei geschaltet werden. Eine Montage unter Spannung ist nicht zulässig.
- Die auf der Rückseite sichtbare Leiterkarte darf nicht berührt werden, da Bauteile beschädigt werden können.

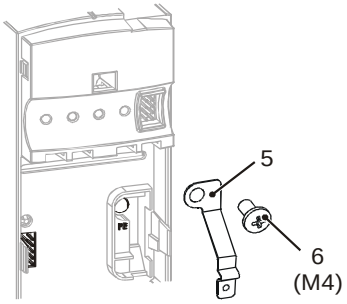
Arbeitsschritte:

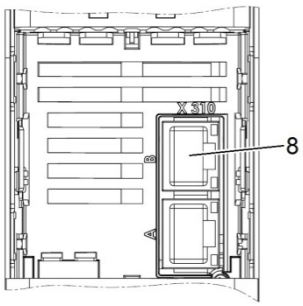
- Frequenzumrichter spannungsfrei schalten und gegen Wiedereinschalten sichern!
- Entfernen Sie die Abdeckungen **(1)** und **(2)** des Frequenzumrichters. Steckplatz B **(4)** für das Kommunikationsmodul wird zugänglich.





- Montieren Sie die mitgelieferte PE-Feder **(5)** mit Hilfe der im Gerät vorhandenen M4-Schraube **(6)**. Die Feder muss dabei mittig ausgerichtet sein.
- Stecken Sie das Kommunikationsmodul auf Steckplatz B **(4)** bis dieses hörbar einrastet.
- Verschrauben Sie das Kommunikationsmodul und die PE-Feder **(5)** mit der am Modul vorhandenen M2-Schraube.

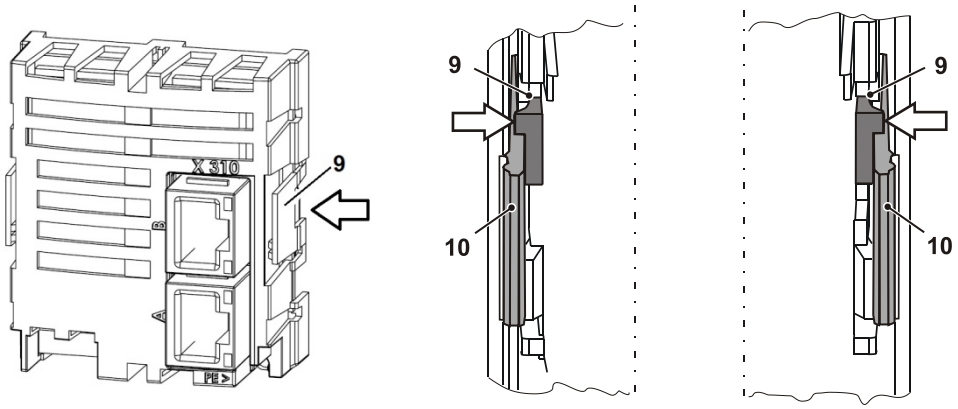




- Brechen Sie in der oberen Abdeckung **(1)** den vorgestanzten Durchbruch **(3)** für den Stecker X310 **(8)** aus.
- Montieren Sie die beiden Abdeckungen **(1)** und **(2)**.

5.2 Demontage

- Den Frequenzumrichter spannungsfrei schalten und gegen Wiedereinschalten sichern!
- Entfernen Sie die Abdeckungen **(1)** und **(2)** des Frequenzumrichters, siehe Kapitel 5.1 „Montage“.

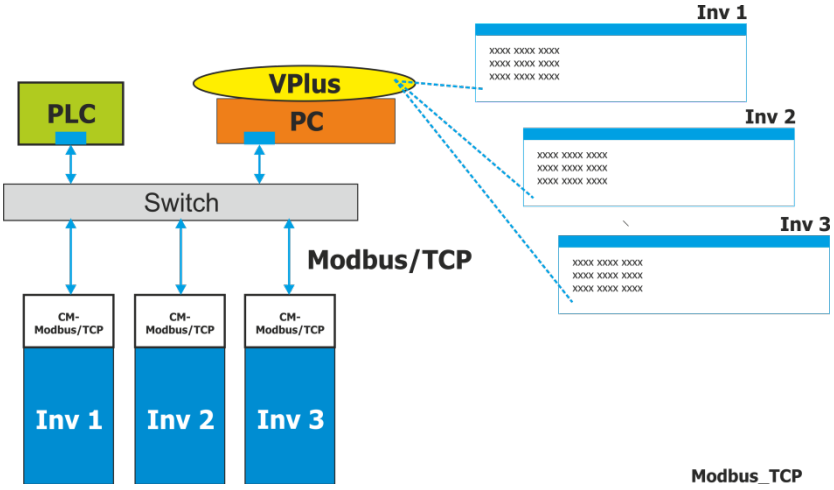


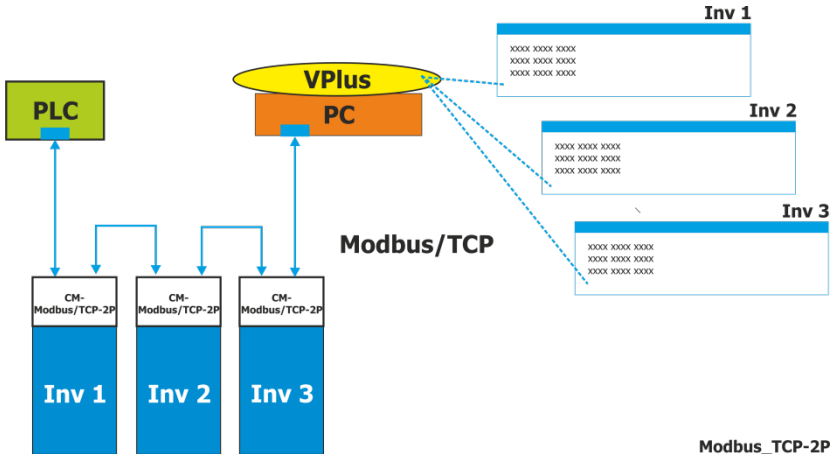
- Lösen Sie die M2-Schraube am Kommunikationsmodul.
- Ziehen Sie das Kommunikationsmodul vom Steckplatz B **(4)**, indem Sie zuerst rechts und dann links die Rasthaken **(9)** des Moduls mit einem kleinen Schraubendreher aus dem Gehäuse des Frequenzumrichters entriegeln.
- Die Rasthaken **(9)** befinden sich an der Stelle, wo die Rasthaken **(10)** für die obere Abdeckung **(1)** aus dem Gehäuse des Frequenzumrichters ragen.
  - Führen Sie dazu den Schraubendreher vorsichtig in den Spalt zwischen Modulgehäuse und Frequenzumrichter und drücken Sie den Rasthaken in Pfeilrichtung **(⇦)** nach innen. Wenn die rechte Seite entriegelt ist, ziehen Sie das Modul rechts etwas aus seiner Halterung und halten es fest.
  - Halten Sie das Modul rechts fest, während Sie den Rasthaken auf der linken Seite auf gleiche Weise entriegeln **(⇨)**.
  - Ziehen Sie das Modul vorsichtig von seinem Steckplatz indem Sie abwechselnd an der rechten und an der linken Seite ziehen.
- Demontieren Sie die PE-Feder **(5)**, siehe Kapitel 5.1 „Montage“.
- Montieren Sie die beiden Abdeckungen **(1)** und **(2)**, siehe Kapitel 5.1 „Montage“.

6 Modbus/TCP-Schnittstelle

Der Frequenzumrichter kann von einer SPS oder einem anderen Master-Gerät über eine Ethernet-Schnittstelle mit Hilfe des Modbus/TCP-Protokolls gesteuert werden.

Bei Verwendung eines Modbus/TCP- oder Modbus/TCP-2P-Kommunikationsmoduls besteht zusätzlich die Möglichkeit, mit der Software VPlus über Ethernet auf den Frequenzumrichter zuzugreifen. VPlus kann parallel zu einer SPS mit Modbus/TCP-Kommunikation genutzt werden.





Das Dokument ist keine Grundlageninformation zur Ethernet-Schnittstelle. Grundlegende Kenntnisse über das Modbus/TCP-Protokoll und Ethernet-Schnittstellen werden vorausgesetzt.

In einigen Abschnitten sind – alternativ zur Bedienung über das Bedienfeld – Einstell- und Anzeigemöglichkeiten mit Hilfe der PC-Bediensoftware VPlus beschrieben. Hierbei kommuniziert VPlus über eine serielle Schnittstelle oder über eine direkte Ethernet-Verbindung mit dem Frequenzumrichter.

⚠ WARNUNG

Über die Modbus/TCP-Kommunikation kann eine Steuerung auf **sämtliche** Parameter des Frequenzumrichters zugreifen.

Eine Veränderung von Parametern, deren Bedeutung dem Anwender unbekannt ist, kann zur Funktionsunfähigkeit des Frequenzumrichters und zu gefährlichen Zuständen in der Anlage führen.

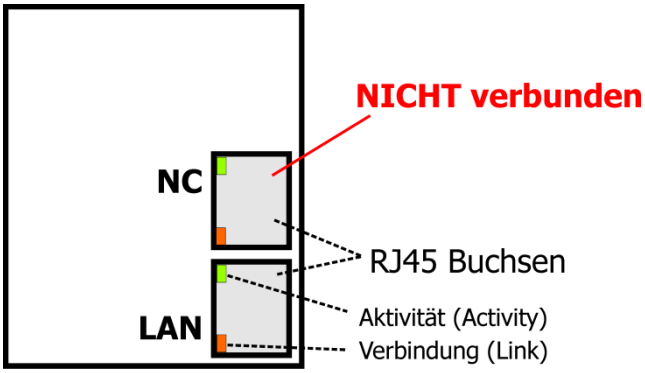
⚠ VORSICHT

Sollen Werte zyklisch mit hoher Wiederholrate geschrieben werden, darf kein Eintrag in das EEPROM erfolgen, da dieses nur eine begrenzte Anzahl zulässiger Schreibzyklen hat (ca. 1 Millionen Zyklen). Wird die Anzahl zulässiger Schreibzyklen überschritten, wird das EEPROM beschädigt. Siehe Kapitel 8.1 „Handhabung der Datensätze/zyklisches Schreiben der Parameter“.

6.1 Kommunikationsmodule

CM-Modbus/TCP

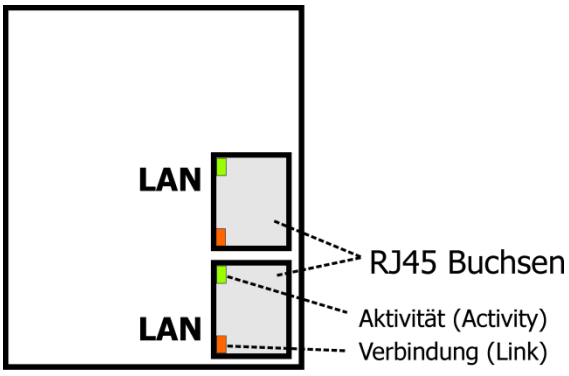
Das Kommunikationsmodul CM-Modbus/TCP hat einen aktiven RJ45-Anschluss.



CM-Modbus/TCP

CM-Modbus/TCP-2P

Das Kommunikationsmodul CM-Modbus/TCP-2P hat zwei aktive RJ45-Anschlüsse mit integrierter Schaltfunktion. Dies ermöglicht die einfache Verkettung (daisy chain) von Frequenzumrichtern, die mit einer SPS verbunden sind.



CM-Modbus/TCP-2P

6.1.1 Installationshinweise

Die Verbindung von Modbus/TCP-Modul und SPS oder anderen Geräten erfolgt mit Standard CAT-Kabeln und RJ45-Anschlüssen:

Ethernet-Standard: IEEE 802.3, 100Base-TX (schnelles Ethernet)

Kabeltyp: S/FTP (Leitung mit Geflechtschirm, ISO/IEC 11801 oder EN 50173, CAT5e direkt oder gekreuzt)

6.2 Einrichtung

Die Parameter der Kommunikationsmodule CM-Modbus/TCP und CM-Modbus/TCP-2P sind ab Werk wie folgt eingestellt:

Parameter		Einstellung
Nr	**Beschreibung**	**Werkseinstellung**
388	Bus Stoerverhalten	1
1432	*IP-Address*	172.22.1.25
1433	*Netmask*	255.255.255.0
1434	*Gateway*	0.0.0.0
1435	*DNS Server*	0.0.0.0
1436	*DHCP Option*	0
1437	*IP Command*	-
1440	*Email Function*	0
1441	*Email Text (Body)*	-
1439	*Modbus/TCP Timeout*	0

Die Parametereinstellungen müssen an den konkreten Anwendungsfall angepasst werden.

6.2.1 TCP/IP-Konfiguration

Die Einstellung von IP-Adresse, Netmask, Einrichtung der Email Funktion, etc. ist in der Betriebsanleitung CM-VABus/TCP beschrieben. Bitte entnehmen Sie Einzelheiten der Betriebsanleitung CM-VABus/TCP, Kapitel „TCP/IP-Konfiguration“.

6.2.2 TCP/IP-Adresse & Subnetz

Jeder Frequenzumrichter erhält für seine eindeutige Identifikation eine TCP/IP-Adresse, die im lokalen Subnetz nur einmal vorkommen darf.

6.2.2.1 Netzwerk ohne DHCP-Server:

Die Einstellung der Adresse erfolgt über den Parameter *IP-Address* **1432**. Zusätzlich muss die Subnetzmaske-*Netmask* **1433** passend zum lokalen Netz eingetragen werden.

Parameter		Einstellung		
Nr.	**Beschreibung**	**Min.**	**Max.**	**Werkseinstellung**
1432	IP Address	0.0.0.0	255.255.255.255	172.22.1.25
1433	Netmask	0.0.0.0	255.255.255.255	255.255.255.0

6.2.2.2 Netzwerk mit DHCP-Server:

Bei Nutzung eines DHCP-Servers entfällt die manuelle Konfiguration der Netzwerkeinstellungen. Stellen Sie *DHCP Option* **1436** auf „1-Enabled“ für die Nutzung der DHCP-Funktion.

DHCP Option 1436	Funktion
0 - Disabled	Das Modul muss manuell konfiguriert werden, ein DHCP-Server wird nicht verwendet. (**Werkseinstellung**).
1 - Enabled	Die Einstellungen werden durch einen DHCP-Server vorgegeben.

6.2.3 Einstellung Modbus/TCP Timeout

Die Kommunikation kann überwacht werden. Bei fehlerhafter Kommunikation werden keine oder falsche Daten übertragen. Die Modbus/TCP Timeout-Überwachung erkennt diesen Zustand.

Die Timeout-Funktion überwacht die Kommunikation während einer durch den Parameter *Modbus/TCP Timeout* **1439** vorgegebenen Zeitspanne. Der eingestellte Wert ist die Zeit in Millisekunden, in der mindestens eine korrekte Datenübertragung stattfinden muss.

Verstreicht die eingestellte Zeitspanne ohne korrekte Datenübertragung, meldet der Frequenzumrichter den Fehler **F2735 Modbus/TCP Timeout**.

Parameter		Einstellung		
Nr.	**Beschreibung**	**Min.**	**Max.**	**Werkseinstellung**
1439	Modbus/TCP Timeout	0 ms	60000 ms	0 ms

Wenn der Parameter auf 0 steht (Werkseinstellung), ist die Überwachung ausgeschaltet.

6.3 Betriebsverhalten bei Kommunikationsfehler

Das Betriebsverhalten bei Fehlern in der Modbus/TCP-Kommunikation ist parametrierbar. Das gewünschte Verhalten wird über den Parameter *Bus Stoerverhalten* **388** eingestellt.

Bus Stoerverhalten 388	Funktion
0 - keine Reaktion	Betriebspunkt wird beibehalten.
1 - Stoerung	Die Steuerung (Statemachine) wechselt sofort in den Zustand „Stoerung“ (fault). **Werkseinstellung**.
2 - Abschalten	Die Steuerung (Statemachine) erzeugt den Befehl „Spannung sperren” (disable voltage) und wechselt in den Zustand „Einschalten gesperrt“ (switch on disabled).
3 - Schnellhalt	Die Steuerung (Statemachine) erzeugt den Befehl „Schnellhalt“ (quick stop) und wechselt in den Zustand „Einschalten gesperrt“ (switch on disabled).
4 - Stillsetzen + Stoerung	Die Steuerung (Statemachine) erzeugt den Befehl „Betrieb sperren” und wechselt nach dem Stillsetzen des Antriebs in den Zustand „Stoerung” (fault).
5 - Schnellhalt + Stoerung	Die Steuerung (Statemachine) erzeugt den Befehl „Schnellhalt“ (quick stop) und wechselt nach dem Stillsetzen des Antriebs in den Zustand „Stoerung” (fault).

Die Parametereinstellungen *Bus Stoerverhalten* **388** = 2 ... 5 werden abhängig von Parameter *Local/Remote* **412** ausgewertet.

Für eine Auswertung der Einstellungen 2...5 muss der Parameter *Local/Remote* **412** auf den Wert „1 - Steuerung über Statemachine“ eingestellt sein.

7 Protokoll

Das Modbus/TCP-Kommunikationsprotokoll ist ein Client/Server-basiertes Protokoll. Eine Modbus/TCP-Kommunikation wird immer vom Client initiiert (z. B. SPS). Die Server-Knoten (Frequenzumrichter) kommunizieren nicht miteinander.

Die Modbus/TCP-Kommunikation wird vom Client über den TCP/IP-Port #502 auf Seite des Modbus/TCP-Servers aufgebaut.

CM-Modbus/TCP und CM-Modbus/TCP-2P unterstützen

- nur Port #502 zur Herstellung einer Modbus/TCP-Verbindung
- nur eine Anforderung je Transaktion (NumberMaxOfServerTransaction = 1)

7.1 Telegrammaufbau

Ein Modbus/TCP-Telegramm besteht aus den folgenden Feldern:

MBAP	Funktionscode	Daten (Modbus RTU Daten-Inhalt)

MBAP Modbus Application Header

Field	Length	Description	Client	Server (inverter)
Transaktionskennung (Transaction identifier)	2 Bytes	Identifizierung einer Modbus Anforderung/Antwort-Transaktion	Vom Client initialisiert	Vom Server aus der erhaltenen Anforderung zurückgeschrieben
Protokollkennung (Protocol identifier)	2 Bytes	0 = Modbus protocol	Vom Client initialisiert	Vom Server aus der erhaltenen Anforderung zurückgeschrieben
Länge	2 bytes	Anzahl der folgenden Bytes (einschließlich Kennung der Dateneinheit)	Vom Client initialisiert (Anforderung)	Vom Server initialisiert (Antwort)
Kennung der Dateneinheit (Unit identifier)	1 Byte	Identifizierung eines seriell verbundenen Remote Slaves	Vom Client initialisiert (Anforderung)	Vom Server initialisiert (Antwort)

- Die Kennung der Dateneinheit (Unit identifier) wird vom Server nicht verarbeitet.
- Funktionscode und Datenfeldstruktur sind bei Modbus/TCP und Modbus-RTU identisch.
- Modbus/TCP nutzt die Byte-Reihenfolge Big-Endian (Motorola Format).

Der **Funktionscode** teilt dem Server/Frequenzumrichter mit, welche Aktion ausgeführt werden soll. Dem Funktionscode folgt ein Datenfeld, welches die Parameter der Anforderung enthält (oder, im Fall der Antwort des Frequenzumrichters, die Antwort-Parameter).

Falls beim Empfang einer Anforderung über Modbus/TCP keine Fehler auftreten, enthält das Datenfeld die angeforderten Daten. Falls ein Fehler auftritt, enthält das Feld einen Ausnahmebedingungscode, um dem Master mitzuteilen, dass die Anforderung nicht erfolgreich abgearbeitet wurde. Die Behandlung von Ausnahmebedingungen und die Ausnahmebedingungscodes sind im Kapitel 7.2.9 „Ausnahmebedingungscodes“ beschrieben.

7.2 Unterstützte Funktionscodes

Die Modbus-Definitionen für das Schreiben und Lesen von Daten sind nicht direkt mit dem Parameterzugriff eines Frequenzumrichters kompatibel (unabhängig vom Hersteller des Frequenzumrichters). Modbus ist für das Schreiben und Lesen von Bits ausgelegt und erfasst Daten auf andere Art. Der Datenzugriff ist auf eine Bitbreite von 16 begrenzt.

Um die Anforderungen des Modbus zu erfüllen, ist der Datenzugriff in den Frequenzumrichtern durch die folgenden Funktionscodes festgelegt.

16-Bit-Werte:

- Funktionscode 3, EINE Datenbreite von 16 Bit lesen (Lesen des Halteregisters)
- Funktionscode 6, EINE Datenbreite von 16 Bit schreiben (Schreiben des Einzelregisters)
- Funktionscode 16, EINE Datenbreite von 16 Bit schreiben (Schreiben multipler Register)

32-Bit-Werte:

Für den Zugriff auf 32-Bit-Daten nutzen Frequenzumrichter die folgenden angepassten Funktionscodes:

- Funktionscode 3, ZWEI Datenbreiten von 16 Bit (=32 Bit) lesen (Lesen des Halteregisters)
- Funktionscode 16, ZWEI Datenbreiten von 16 Bit (=32 Bit) schreiben (Schreiben multipler Register)
- Funktionscode 100, EINE Bitbreite 32 lesen
- Funktionscode 101, EINE Bitbreite 32 schreiben

Die Modbus-Spezifikation beschreibt die Handhabung von 32-Bit-Werten nicht. Die implementierten Handhabungen und Funktionscodes sind weitverbreitet und werden häufig verwendet. Diese Funktionen ermöglichen den Datenzugriff auf 32-Bit-„Long-“Variablen im Frequenzumrichter.

In allen Datenfeldern mit mehr als einem Byte wird das höchstwertige Byte zuerst übertragen (Big-Endian, Motorola Format).

7.2.1 Funktionscode 3, 16-Bit- oder 32-Bit-Parameter lesen

Dieser Funktionscode wird zum Lesen von 16-Bit- oder 32-Bit-Werten aus dem Frequenzumrichter verwendet.

Anforderung 16-Bit-Parameter lesen:

Funktionscode	1 Byte	0x03
Startadresse (Datensatz / Para-Nr.)	2 Bytes	0x0000 – 0x963F
Registeranzahl	2 Bytes	0x0001

Antwort 16-Bit-Parameter lesen:

Funktionscode	1 Byte	0x03
Byteanzahl	1 Byte	0x02
Registerwert (Parameterwert)	2 Bytes	0 – 0xFFFF

Anforderung 32-Bit-Parameter lesen:

Funktionscode	1 Byte	0x03
Startadresse (Datensatz / Para-Nr.)	2 Bytes	0x0000 – 0x963F
Registeranzahl	2 Bytes	0x0002

Antwort 32-Bit-Parameter lesen:

Funktionscode	1 Byte	0x03
Byteanzahl	1 Byte	0x04
Registerwert (Parameterwert)	4 Bytes	0 – 0xFFFFFFFF

Ausnahmebedingung Antwort:

Fehlercode	1 Byte	0x83
Ausnahmebedingungscode	1 Byte	2, 3 oder 4

Startadresse
Dieses Feld wird genutzt, um die Parameternummer und die Datensatznummer zu speichern. Die Parameternummer liegt im Bereich von 0 – 1599 und wird in den 12 niederwertigen Bits gespeichert. Die Datensatznummer liegt im Bereich von 0 – 9 und wird in den 4 höherwertigen Bits gespeichert.

Beispiel:
Parameter **372** (hex. 0x174), Datensatz 2 (hex. 0x2) wird gespeichert als hex. 0x2174.

	Startadresse															
	Datensatz				Parameternummer											
Bits	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Für das obige Beispiel:															
Hex.	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
Bin.	2				1				7				4			

Registeranzahl
Dieses Feld wird genutzt, um die Anzahl der Parameter, die geschrieben werden sollen, zu speichern. Der Wert muss immer 1 sein, da jeweils nur ein Parameter geschrieben werden kann.

Byteanzahl
Dieses Feld wird gesetzt auf

- 2 für 16-Bit-Parameter
- 4 für 32-Bit-Parameter

Registerwert
Dieses Feld enthält den 16-Bit- oder 32-Bit-Parameterwert.

Parameterwerte mit Dezimalstellen werden ohne Dezimalkomma übertragen. Abhängig von der Anzahl der Dezimalstellen werden die Werte mit 10, 100 oder 1000 multipliziert.

Beispiel:
Ein Stromwert von 10,3 A wird übertragen. Der tatsächlich übertragene Zahlenwert ist 103, was einem Hexadezimalwert von 0x67 entspricht.

Ausnahmebedingungscode
Die folgenden Ausnahmebedingungscodes können auftreten:

2	UNGÜLTIGE DATENADRESSE	• Wert des Feldes Registeranzahl ist nicht gleich 1 • Parameter unbekannt
3	UNGÜLTIGER DATENWERT	• Anzahl der Bytes im Datenfeld zu klein oder zu groß
4	FEHLER SLAVE GERÄT	• Fehler beim Parameterlesen

Ausnahmebedingungscodes sind im Kapitel 7.2.9 „Ausnahmebedingungscodes“ beschrieben.

Beispieltelegramme:

	16 Bit	32 Bit
Modbus RTU	siehe Kapitel 9.1.1	siehe Kapitel 9.2.1

7.2.2 Funktionscode 6, 16-Bit-Parameter schreiben

Dieser Funktionscode wird zum Schreiben von Integer- oder Unsigned Integer-Werten in den Frequenzumrichter verwendet.

Anforderung 16-Bit-Parameter schreiben:

MBAP-Header	7 Bytes	
Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Funktionscode	1 Byte	0x06
Startadresse (Datensatz / Para-Nr.)	2 Bytes	0x0000 – 0x963F
Registerwert (Parameterwert)	2 Bytes	0 – 0xFFFF

Antwort:

MBAP-Header		
Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Funktionscode	1 Byte	0x06
Startadresse (Datensatz / Para-Nr.)	2 Bytes	0x0000 – 0x963F
Registerwert (Parameterwert)	2 Bytes	0 – 0xFFFF

Ausnahmebedingung Antwort:

MBAP-Header		
Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Fehlercode	1 Byte	0x86
Ausnahmebedingungscode	1 Byte	2, 3 oder 4

Startadresse
Dieses Feld wird genutzt, um die Parameternummer und die Datensatznummer zu speichern. Die Parameternummer liegt im Bereich von 0 – 1599 und wird in den 12 niederwertigen Bits gespeichert. Die Datensatznummer liegt im Bereich von 0 – 9 und wird in den 4 höherwertigen Bits gespeichert.

Beispiel:
Parameter **372** (hex. 0x174), Datensatz 2 (hex. 0x2) wird gespeichert als hex. 0x2174.

	Startadresse															
	Datensatz				Parameternummer											
Bits	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Für das obige Beispiel:															
Hex.	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
Bin.	2				1				7				4			

Registerwert
Dieses Feld wird genutzt, um den 16-Bit-Parameterwert zu speichern.

Parameterwerte mit Dezimalstellen werden ohne Dezimalkomma übertragen. Abhängig von der Anzahl der Dezimalstellen werden die Werte mit 10, 100 oder 1000 multipliziert.

Beispiel:
Ein Stromwert von 10,3 A soll übertragen werden. Der tatsächlich übertragene Zahlenwert ist 103, was einem Hexadezimalwert von 0x67 entspricht.

Ausnahmebedingungscode
Die folgenden Ausnahmebedingungscodes können auftreten:

2	UNGÜLTIGE DATENADRESSE	• Parameter unbekannt
3	UNGÜLTIGER DATENWERT	• Anzahl der Bytes im Datenfeld zu klein oder zu groß
4	FEHLER SLAVE GERÄT	• Fehler beim Parameterschreiben

Ausnahmebedingungscodes sind im Kapitel 7.2.9 „Ausnahmebedingungscodes“ beschrieben.

Beispiel eines Modbus RTU-Telegramms siehe Kapitel 9.1.2.

7.2.3 Funktionscode 16, 16-Bit-Parameter schreiben

Funktionscode 16 kann zum Schreiben von 16-Bit-Werten in den Frequenzumrichter verwendet werden.

Anforderung 16-Bit-Parameter schreiben:

MBAP-Header	7 Bytes	
Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Funktionscode	1 Byte	0x10
Startadresse (Datensatz / Para-Nr.)	2 Bytes	0x0000 – 0x963F
Registeranzahl	2 Bytes	0x0001
Byteanzahl	1 Byte	0x02
Registerwert (Parameterwert)	2 Bytes	0 – 0xFFFF

Antwort:

MBAP-Header		
Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Funktionscode	1 Byte	0x10
Startadresse (Datensatz / Para-Nr.)	2 Bytes	0x0000 – 0x963F
Registeranzahl	2 Bytes	0x0001

Ausnahmebedingung Antwort:

MBAP-Header		
Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Fehlercode	1 Byte	0x90
Ausnahmebedingungscode	1 Byte	2, 3 oder 4

Startadresse
Dieses Feld wird genutzt, um die Parameternummer und die Datensatznummer zu speichern. Die Parameternummer liegt im Bereich von 0 – 1599 und wird in den 12 niederwertigen Bits gespeichert. Die Datensatznummer liegt im Bereich von 0 – 9 und wird in den 4 höherwertigen Bits gespeichert.

Beispiel:

Parameter **372** (hex. 0x174), Datensatz 2 (hex. 0x2) wird gespeichert als hex. 0x2174.

	Startadresse															
	Datensatz				Parameternummer											
Bits	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Für das obige Beispiel:															
Hex.	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
Bin.	2				1				7				4			

Registerwert
Dieses Feld wird genutzt, um den 16-Bit-Parameterwert zu speichern.

Parameterwerte mit Dezimalstellen werden ohne Dezimalkomma übertragen. Abhängig von der Anzahl der Dezimalstellen werden die Werte mit 10, 100 oder 1000 multipliziert.

Beispiel:
Ein Stromwert von 10,3 A soll übertragen werden. Der tatsächlich übertragene Zahlenwert ist 103, was einem Hexadezimalwert von 0x67 entspricht.

Ausnahmebedingungscode
Die folgenden Ausnahmebedingungscodes können auftreten:

2	UNGÜLTIGE DATENADRESSE	• Parameter unbekannt
3	UNGÜLTIGER DATENWERT	• Anzahl der Bytes im Datenfeld zu klein oder zu groß
4	FEHLER SLAVE GERÄT	• Fehler beim Parameterschreiben

Ausnahmebedingungscodes sind im Kapitel 7.2.9 „Ausnahmebedingungscodes“ beschrieben.

Beispiel eines Modbus RTU-Telegramms siehe Kapitel 9.1.3.

7.2.4 Funktionscode 16, 32-Bit-Parameter schreiben

Funktionscode 16 kann zum Schreiben von 32-Bit-Werten in den Frequenzumrichter verwendet werden.

Anforderung 32-Bit-Parameter schreiben:

MBAP-Header		
Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Funktionscode	1 Byte	0x10
Startadresse (Datensatz / Para-Nr.)	2 Bytes	0x0000 – 0x963F
Registeranzahl	2 Bytes	0x0002
Byteanzahl	1 Byte	0x04
Registerwert (Parameterwert)	2 Bytes	0 – 0xFFFF FFFF

Antwort:

MBAP-Header		
Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Funktionscode	1 Byte	0x10
Startadresse (Datensatz / Para-Nr.)	2 Bytes	0x0000 – 0x963F
Registeranzahl	2 Bytes	0x0002

Ausnahmebedingung Antwort:

MBAP-Header		
Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Fehlercode	1 Byte	0x90
Ausnahmebedingungscode	1 Byte	2, 3 oder 4

Startadresse
Dieses Feld wird genutzt, um die Parameternummer und die Datensatznummer zu speichern. Die Parameternummer liegt im Bereich von 0 – 1599 und wird in den 12 niederwertigen Bits gespeichert. Die Datensatznummer liegt im Bereich von 0 – 9 und wird in den 4 höherwertigen Bits gespeichert.

Beispiel:

Parameter **372** (hex. 0x174), Datensatz 2 (hex. 0x2) wird gespeichert als hex. 0x2174.

	Startadresse															
	Datensatz				Parameternummer											
Bits	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Für das obige Beispiel:															
Hex.	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
Bin.	2				1				7				4			

Registerwert
Dieses Feld wird genutzt, um den 32-Bit-Parameterwert zu speichern.

Parameterwerte mit Dezimalstellen werden ohne Dezimalkomma übertragen. Abhängig von der Anzahl der Dezimalstellen werden die Werte mit 10, 100 oder 1000 multipliziert.

Beispiel:
Ein Frequenzwert von 123,45 Hz soll übertragen werden. Der tatsächlich übertragene Zahlenwert ist 12345, was einem Hexadezimalwert von 0x3039 entspricht.

Ausnahmebedingungscode
Die folgenden Ausnahmebedingungscodes können auftreten:

2	UNGÜLTIGE DATENADRESSE	• Parameter unbekannt
3	UNGÜLTIGER DATENWERT	• Anzahl der Bytes im Datenfeld zu klein oder zu groß
4	FEHLER SLAVE GERÄT	• Fehler beim Parameterschreiben

Ausnahmebedingungscodes sind im Kapitel 7.2.9 „Ausnahmebedingungscodes“ beschrieben.

Beispiel eines Modbus RTU-Telegramms siehe Kapitel 9.2.2.

7.2.5 Funktionscode 100 (=0x64), 32-Bit-Parameter lesen

Anforderung:

MBAP-Header		
Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Funktionscode	1 Byte	0x64
Startadresse (Datensatz / Para-Nr.)	2 Bytes	0x0000 – 0x963F

Antwort:

MBAP-Header		
Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Funktionscode	1 Byte	0x64
Registerwert (Parameterwert)	4 Bytes	0 – 0x FFFF FFFF

Ausnahmebedingung Antwort:

MBAP-Header		
Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Fehlercode	1 Byte	0xE4
Ausnahmebedingungscode	1 Byte	2, 3 oder 4

Startadresse
Dieses Feld wird genutzt, um die Parameternummer und die Datensatznummer zu speichern. Die Parameternummer liegt im Bereich von 0 – 1599 und wird in den 12 niederwertigen Bits gespeichert. Die Datensatznummer liegt im Bereich von 0 – 9 und wird in den 4 höherwertigen Bits gespeichert.

Beispiel:
Parameter 372 (hex. 0x174), Datensatz 2 (hex. 0x2) wird gespeichert als hex. 0x2174.

	Startadresse															
	Datensatz				Parameternummer											
Bits	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Für das obige Beispiel:															
Hex.	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
Bin.	2				1				7				4			

Registeranzahl
Dieses Feld wird genutzt, um die 32-Bit-Parameterwerte zu speichern.

Parameterwerte mit Dezimalstellen werden ohne Dezimalkomma übertragen. Abhängig von der Anzahl der Dezimalstellen werden die Werte mit 10, 100 oder 1000 multipliziert.

Beispiel:
Ein Frequenzwert von 100,25 Hz soll übertragen werden. Der tatsächlich übertragene Zahlenwert ist 10025, was einem Hexadezimalwert von 0x2729 entspricht.

Ausnahmebedingungscode
Die folgenden Ausnahmebedingungscodes können auftreten:

2	UNGÜLTIGE DATENADRESSE	• Parameter unbekannt
3	UNGÜLTIGER DATENWERT	• Anzahl der Bytes im Datenfeld zu klein oder zu groß
4	FEHLER SLAVE GERÄT	• Fehler beim Parameterlesen

Ausnahmebedingungscodes sind im Kapitel 7.2.9 „Ausnahmebedingungscodes“ beschrieben.

Beispiel eines Modbus RTU-Telegramms siehe Kapitel 9.2.3.

7.2.6 Funktionscode 101 (=0x65), 32-Bit-Parameter schreiben

Anforderung:

MBAP-Header		
Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Funktionscode	1 Byte	0x65
Startadresse (Datensatz/Para-Nr.)	2 Bytes	0x0000 – 0x963F
Registerwert (Parameterwert)	4 Bytes	0 – 0xFFFF FFFF

Antwort:

MBAP-Header		
Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Funktionscode	1 Byte	0x65
Startadresse (Datensatz/Para-Nr.)	2 Bytes	0x0000 – 0x963F
Registerwert (Parameterwert)	4 Bytes	0 – 0xFFFF FFFF

Ausnahmebedingung Antwort:

MBAP-Header		
Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Fehlercode	1 Byte	0xE5
Ausnahmebedingungscode	1 Byte	2, 3 oder 4

Startadresse
Dieses Feld wird genutzt, um die Parameternummer und die Datensatznummer zu speichern. Die Parameternummer liegt im Bereich von 0 – 1599 und wird in den 12 niederwertigen Bits gespeichert. Die Datensatznummer liegt im Bereich von 0 – 9 und wird in den 4 höherwertigen Bits gespeichert.

Beispiel:
Parameter **372** (hex. 0x174), Datensatz 2 (hex. 0x2) wird gespeichert als hex. 0x2174.

	Startadresse															
	Datensatz				Parameternummer											
Bits	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Für das obige Beispiel:															
Hex.	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
Bin.	2				1				7				4			

Registerwert
Dieses Feld wird genutzt, um den 32-Bit-Parameterwert zu speichern.

Parameterwerte mit Dezimalstellen werden ohne Dezimalkomma übertragen. Abhängig von der Anzahl der Dezimalstellen werden die Werte mit 10, 100 oder 1000 multipliziert.

Beispiel: Frequenzwert
Ein Frequenzwert von 100,25 Hz soll übertragen werden. Der tatsächlich übertragene Zahlenwert ist 10025, was einem Hexadezimalwert von 0x2729 entspricht.

Ausnahmebedingungscode
Die folgenden Ausnahmebedingungscodes können auftreten:

2	UNGÜLTIGE DATENADRESSE	• Parameter unbekannt
3	UNGÜLTIGER DATENWERT	• Anzahl der Bytes im Datenfeld zu klein oder zu groß
4	FEHLER SLAVE GERÄT	• Fehler beim Parameterlesen

Ausnahmebedingungscodes sind im Kapitel 7.2.9 „Ausnahmebedingungscodes“ beschrieben.

Beispiel eines Modbus RTU-Telegramms siehe Kapitel 9.2.4.

7.2.7 Funktionscode 8, Diagnose

Dieser Funktionscode wird genutzt, um auf den Modbus Diagnosezähler des Frequenzumrichters zuzugreifen. Jeder Zähler kann über einen Unterfunktionscode zusammen mit der Zählernummer erreicht werden. Jeder Zähler kann durch den hexadezimalen Unterfunktionscode 0x0A gelöscht werden.

Die folgenden Unterfunktionscodes werden unterstützt:

Unterfunktion	Name	Beschreibung
0x0A	Alle Zähler löschen	Setzt alle Zähler auf 0
0x0B	Anzahl Busnachrichten zurückgeben	Anzahl der empfangenen gültigen Nachrichten (mit allen Adressen)
0x0C	Anzahl Busübertragungsfehler zurückgeben	Anzahl der Nachrichten mit CRC oder Paritäts-/Blockprüfungs-/Datenverlustfehler
0x0D	Anzahl Bus Ausnahmefehler zurückgeben	Anzahl der gesendeten Ausnahmeantworten
0x0E	Anzahl Slave Nachrichten zurückgeben	Anzahl der empfangenen Nachrichten (mit Slave Adresse)
0x0F	Anzahl „Slave – keine Antwort“ Nachrichten zurückgeben	Anzahl der empfangenen Broadcast Nachrichten
0x10	Anzahl Slave NAK (negative Empfangsbestätigung) zurückgeben	Nicht verwendet, Rückgabewert ist immer 0
0x11	Anzahl „Slave beschäftigt“ zurückgeben	Nicht verwendet, Rückgabewert ist immer 0
0x12	Anzahl Datenverlustfehler Buszeichen zurückgeben	Anzahl der Nachrichten mit Datenverlustfehlern

Anforderung (Unterfunktion 0x0A, Alle Zähler löschen):

MBAP Header		
Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Funktionscode	1 Byte	0x08
Unterfunktion	2 Bytes	0x000A
Daten	2 Bytes	0x0000

Antwort:

MBAP Header		
Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Funktionscode	1 Byte	0x08
Unterfunktion	2 Bytes	0x000A
Daten	2 Bytes	0x0000

Ausnahmebedingung Antwort:

MBAP Header		
Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Fehlercode	1 Byte	0x88
Ausnahmebedingungscode	1 Byte	1, 3 oder 4

Daten

Dieses Feld ist immer 0x0000.

Ausnahmebedingungscode

1	UNGÜLTIGER FUNKTIONSCODE	• Unterfunktion wird nicht unterstützt
3	UNGÜLTIGER DATENWERT	• Anzahl der Bytes im Datenfeld zu klein oder zu groß • „Datenfeld“ nicht gleich 0x0000
4	FEHLER SLAVE GERÄT	• Fehler beim Ausführen der Funktion

Ausnahmebedingungscodes sind im Kapitel 7.2.9 „Ausnahmebedingungscodes“ beschrieben.

Anforderung (Unterfunktion 0x0B – 0x12, Zählerwert zurückgeben):

Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Funktionscode	1 Byte	0x08
Unterfunktion	2 Bytes	0x000B – 0x0012
Daten	2 Bytes	0x0000

Antwort:

Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Funktionscode	1 Byte	0x08
Unterfunktion	2 Bytes	0x000B – 0x0012
Daten (Zählerwert)	2 Bytes	0 – 0xFFFF

Ausnahmebedingung Antwort:

Adresse	1 Byte	1 – 0xF7 (=247)
Fehlercode	1 Byte	0x88
Ausnahmebedingungscode	1 Byte	1, 3 oder 4

Daten
In der Anforderung ist dieses Feld immer auf 0x0000 gesetzt und enthält in der Antwort den aktuellen Zählerwert.

Ausnahmebedingungscode
Die folgenden Ausnahmebedingungscodes können auftreten:

1	UNGÜLTIGER FUNKTIONSCODE	• Unterfunktion wird nicht unterstützt
3	UNGÜLTIGER DATENWERT	• Anzahl der Bytes im Datenfeld zu klein oder zu groß • „Datenfeld“ nicht gleich 0x0000
4	FEHLER SLAVE GERÄT	• Fehler beim Lesen des Diagnosezählers

Ausnahmebedingungscodes sind im Kapitel 7.2.9 „Ausnahmebedingungscodes“ beschrieben.

7.2.8 Ausnahmebedingungsantworten

Das Mastergerät erwartet eine normale Antwort, wenn es eine Anforderung an den Frequenzumrichter sendet. Auf die Anforderung des Masters kann eine von vier Reaktionen erfolgen:

- Falls der Frequenzumrichter die Anforderung ohne Übertragungsfehler empfängt, kann er diese normal bearbeiten und eine normale Antwort senden.
- Falls der Frequenzumrichter die Anforderung aufgrund eines Übertragungsfehlers nicht empfängt, sendet er keine Antwort. Der Master wird auf die Bedingungen für die Zeitüberwachung der Anforderung prüfen.
- Falls der Frequenzumrichter die Anforderung empfängt und einen Übertragungsfehler feststellt (Parität, LCR, CRC, ...), sendet er keine Antwort. Der Master wird auf die Bedingungen für die Zeitüberwachung der Anforderung prüfen.
- Falls der Frequenzumrichter die Anforderung ohne Übertragungsfehler empfängt und diesen nicht bearbeiten kann, zum Beispiel, weil ein unbekannter Parameter gelesen werden soll, sendet er eine Ausnahmeantwort mit einer Information über die Art des Fehlers.

Die Ausnahmebedingungsantwort hat zwei Felder, die sich von der normalen Antwort unterscheiden:

Funktionscodefeld:
In einer normalen Antwort erfolgt eine Rückmeldung des Frequenzumrichters mit dem Funktionscode der ursprünglichen Anforderung. Alle Funktionscodes haben eine 0 als höchstwertiges Bit (most significant bit, MSB); ihre Werte liegen unter dem Hexadezimalwert 0x80. In einer Ausnahmebedingungsantwort setzt der Frequenzumrichter das höchstwertige Bit des Funktionscodes auf den Wert 1. Dies erhöht den Hexadezimalwert des Funktionscodes in einer Ausnahmebedingungsantwort um 0x80 im Vergleich zu dem Wert in einer normalen Antwort. Mit dem Setzen des höchstwertigen Bits im Funktionscode kann der Master die Ausnahmeantwort erkennen und den Ausnahmebedingungscode im Datenfeld untersuchen.

Datenfeld:
In einer normalen Antwort sendet der Frequenzumrichter Daten oder statistische Werte im Datenfeld (jede Information, die angefragt wurde). In einer Ausnahmebedingungsantwort sendet der Frequenzumrichter einen Ausnahmebedingungscode im Datenfeld. Dieser bestimmt die Ursache der Ausnahmebedingung.

Die vom Frequenzumrichter erzeugten Ausnahmebedingungscodes sind im Kapitel 7.2.9 „Ausnahmebedingungscodes“ aufgelistet.

7.2.9 Ausnahmebedingungscodes

Der Frequenzumrichter erzeugt die folgenden Ausnahmebedingungscodes:

Code	Modbus Name	Ursachen für die Erzeugung durch den Frequenzumrichter
1	UNGÜLTIGE FUNKTION	• Funktionscode unbekannt • Unterfunktionscode unbekannt (Diagnosefunktion)
2	UNGÜLTIGE DATENADRESSE	• Registeranzahl fehlerhaft (muss immer 0x01 sein) • Unbekannter Parameter oder Datentyp des Parameters ungültig
3	UNGÜLTIGER DATENWERT	• Fehler Blockprüfung • Anzahl der Bytes zu klein oder zu groß • Bestimmte Felder nicht auf typische Werte gesetzt
4	FEHLER SLAVE GERÄT	• Lesen oder Schreiben von Parametern erfolglos Die Ursache des Fehlers kann über Auslesen des Parameters *VABusSST Error Register* **11** untersucht werden.

VABusSST Error Register **11**	
Fehlernummer	**Bedeutung**
0	Kein Fehler
1	Unzulässiger Parameterwert
2	Unzulässiger Datensatz
3	Parameter nicht lesbar (nur schreibbar)
4	Parameter nicht schreibbar (nur lesbar)
5	Lesefehler EEPROM
6	Schreibfehler EEPROM
7	Prüfsummenfehler EEPROM
8	Parameter kann nicht geschrieben werden, während der Antrieb läuft
9	Werte der Datensätze unterscheiden sich voneinander
10	Falscher Parametertyp
11	Unbekannter Parameter
12	Prüfsummenfehler im empfangenen Telegramm
13	Syntaxfehler im empfangenen Telegramm
14	Datentyp des Parameters stimmt nicht mit der Anzahl der Bytes im Telegramm überein
15	Unbekannter Fehler

Wenn der Parameter *VABusSST Error Register* **11** ausgelesen wird, wird es automatisch zeitgleich gelöscht.

7.2.10 Modbus/TCP-Übertragungsart

Der Nutzinhalt Modbus/TCP ist grundsätzlich wie Modbus RTU aufgebaut.

7.2.10.1 Modbus RTU Nachrichtentelegramm

Eine Modbus-Nachricht wird von einem sendenden Gerät in ein Telegramm gefügt, das einen festgelegten Anfangs- und Endpunkt hat. Der umgebende TCP/IP-Rahmen ermöglicht empfangenden Geräten, den Beginn und das Ende der Nachricht zu erkennen. Teilnachrichten müssen erkannt und als Ergebnis ein Fehler gesetzt werden.

Modbus RTU-Nachricht

Adresse	Funktion	Daten
8 Bits	8 Bits	N x 8 Bits

Das gesamte Nachrichtentelegramm muss als zusammenhängender Zeichenfluss übertragen werden.

7.3 Fehler-Reset

Abhängig von den Einstellungen und dem Betriebszustand des Gerätes kann ein Fehler-Reset auf verschiedene Arten durchgeführt werden:

- Bei Steuerung über Parameter *Local/Remote* **412** = 1 - Statemachine:
  Setzen Sie Bit 7 *Steuerwort* **410** = 0x8000.
- Über die Stop-Taste des Bedienfelds:
  Ein Reset über die STOP-Taste kann nur durchgeführt werden, wenn Parameter *Local/Remote* **412** eine Steuerung über das Bedienfeld zulässt.
- Über den Parameter *Fehlerquittierung* **103**, dem ein Logiksignal oder ein Digitaleingang zugewiesen ist:
  Ein Reset über ein Digitalsignal kann nur durchgeführt werden, wenn Parameter *Local/Remote* **412** dies zulässt oder bei physikalischen Eingängen ein Eingang mit dem Zusatz (Hardware) ausgewählt wird.

Einige Fehler treten nach einem Fehler-Reset erneut auf. In diesen Fällen kann es notwendig sein, gewisse Aktionen auszuführen (zum Beispiel von einem Endschalter in die nicht-gesperrte Richtung freifahren).

8 Parameterzugriff

8.1 Handhabung der Datensätze / zyklisches Schreiben der Parameter

Der Zugriff auf die Parameterwerte erfolgt anhand der Parameternummer und des gewünschten Datensatzes. Es existieren Parameter, deren Werte einmal vorhanden sind (Datensatz 0), sowie Parameter, deren Werte viermal vorhanden sind (Datensatz 1...4). Diese werden für die Datensatzumschaltung eines Parameters genutzt.

Werden Parameter, die viermal in den Datensätzen vorhanden sind, mit der Vorgabe Datensatz = 0 beschrieben, werden alle vier Datensätze auf den gleichen übertragenen Wert gesetzt. Ein Lesezugriff mit Datensatz = 0 auf derartige Parameter gelingt nur dann, wenn alle vier Datensätze auf dem gleichen Wert stehen. Ist dies nicht der Fall, wird ein Fehler gemeldet.

HINWEIS

Der Eintrag der Werte erfolgt auf dem Controller automatisch in das EEPROM. Sollen Werte zyklisch geschrieben werden, darf kein Eintrag in das EEPROM erfolgen, da dieses nur eine begrenzte Anzahl zulässiger Schreibzyklen besitzt (ca. 1 Millionen Zyklen). Wird die Anzahl zulässiger Schreibzyklen überschritten, kommt es zur Zerstörung des EEPROM's.

Um dies zu vermeiden, können zyklisch geschriebene Daten in das RAM eingetragen werden, ohne dass ein Schreibzyklus auf das EEPROM erfolgt. Die Daten sind dann nicht nullspannungssicher gespeichert und müssen nach einem Power off/on erneut geschrieben werden.
Dieser Mechanismus wird dadurch aktiviert, dass bei der Vorgabe des Datensatzes der Zieldatensatz um fünf erhöht wird.

Schreiben auf einen virtuellen Datensatz im RAM

Parameter	EEPROM	RAM
Datensatz 0	0	5
Datensatz 1	1	6
Datensatz 2	2	7
Datensatz 3	3	8
Datensatz 4	4	9

8.2 Handhabung von Index-Parametern / zyklisches Schreiben

Index-Parameter werden für verschiedene ACU-Funktionen verwendet. An Stelle von den 4 Datensätzen werden bei diesen Parametern 16 oder 32 Indizes verwendet. Die Adressierung der einzelnen Indizes erfolgt für jede Funktion getrennt über einen Index-Zugriffs-Parameter. Die Auswahl ins EEPROM oder RAM zu schreiben wird über den Indizierungsparameter getroffen.

Funktion	Parameter	Index Bereich		Indizierungs-parameter
		Schreiben EEPROM und Lesen	Schreiben RAM	
Positionierung	**1202** *Zielposition/Entfernung* **1203** *Geschwindigkeit* **1204** *Beschleunigung* **1205** *Verrundungszeit Beschl.* **1206** *Verzoegerung* **1207** *Verrundungszeit Verz.* **1208** *Positioniermodus* **1209** *Touch-Probe-Fenster* **1210** *Folgefahrsatz Touch-Probe-Fehler* **1211** *Anz. Wiederholungen* **1212** *Wartezeit* **1213** *Folgefahrsatz Wartezeit* **1214** *Ereignis 1* **1215** *Folgefahrsatz Ereignis 1* **1216** *Ereignis 2* **1217** *Folgefahrsatz Ereignis 2* **1218** *Digitalsignal 1* **1219** *Digitalsignal 2* **1247** *Digitalsignal 1* **1248** *Digitalsignal 2* **1260** *Interrupt-Ereignis 1* **1261** *Auswertung Int.-Ereignis 1* **1262** *Folgefahrsatz Int.-Ereignis 1* **1263** *Interrupt-Ereignis 2* **1264** *Auswertung Int.-Ereignis 2* **1265** *Folgefahrsatz Int.-Ereignis 2*	0[1)]; 1...32	33[1)]; 34...65	**1200** Schreiben **1201** Lesen
SPS Funktion (Funktionentabelle)	**1343** *FT-Anweisung* **1344** *FT-Eingang 1* **1345** *FT-Eingang 2* **1346** *FT-Eingang 3* **1347** *FT-Eingang 4* **1348** *FT-Parameter 1* **1349** *FT-Parameter 2* **1350** *FT-Ziel Ausgang 1* **1351** *FT-Ziel Ausgang 2* **1352** *FT-Kommentar*	0[1)]; 1...32	33[1)]; 34...65	**1341** Schreiben **1342** Lesen
Multiplexer	**1252** *Mux Input*	0[1)]; 1...16	17[1)]; 18...33	**1250** Schreiben **1251** Lesen
CANopen®-Multiplexer	**1422** *CANopen Mux Input*	0[1)]; 1...16	17[1)]; 18...33	**1420** Schreiben **1421** Lesen

1) Wird der Indizierungsparameter = 0 gesetzt, werden alle Indizes beim Parameterzugriff im EEPROM beschrieben. 17 (bei 16 Indizes) bzw. 33 (bei 32 Indizes) beschreibt alle Indizes im RAM.

Der Eintrag der Werte erfolgt auf dem Controller automatisch in das EEPROM. Für das EEPROM ist jedoch nur eine begrenzte Anzahl von Schreibzyklen zulässig (ca. 1 Millionen Zyklen). Bei Überschreiten dieser Anzahl wird das EEPROM zerstört.

- Werte, die mit zyklisch mit hoher Wiederholrate geschrieben werden, nicht in das EEPROM, sondern in das RAM schreiben.

Im RAM sind die Daten nicht gegen Spannungsausfall geschützt. Sie müssen nach Ausschalten der Spannungsversorgung erneut geschrieben werden.

8.2.1 Beispiel zum Schreiben von Index-Parametern

Typischerweise wird ein Index-Parameter während der Inbetriebnahme oder bei einfachen Positionieranwendungen regelmäßig beschrieben.

Schreiben vom Parameter *Zielposition/Entfernung* **1202** (Typ long), im Index 34 in RAM (→ Index 34 für den Schreibzugriff) mit dem Parameterwert 30000.
Index = 1200 + 0x2000 = 0x24B0, Wert (int) = 34 = 0x0022
Index = 1202 + 0x2000 = 0x24B2, Wert (long) = 30000 = 0x0000 7530

Sollen verschiedene Parameter in einem Index geändert werden, ist es ausreichend, den Indexzugriff über Parameter **1200** einmalig als erstes zu setzen.

8.2.2 Beispiel zum Lesen von Index-Parametern

Um einen Index-Parameter zu lesen, muss zunächst der Indizierungsparameter auf den entsprechenden Index gesetzt werden, erst anschließend kann der Parameter ausgelesen werden.

Lesen vom Parameter *Zielposition/Entfernung* **1202** (Typ long), im Index 1 mit dem Parameterwert 123000.
Index = 1201 + 0x2000 = 0x24B1, Wert (int) = 1 = 0x0001
Index = 1202 + 0x2000 = 0x24B2, Wert (long) = 123000 = 0x0001 E078

Sollen verschiedene Parameter eines Index gelesen werden, ist es ausreichend, den Indexzugriff über Parameter **1201** einmalig als erstes zu setzen

9 Beispieltelegramme Modbus/TCP

Dieses Kapitel beschreibt einige Beispieltelegramme für Modbus/TCP.

9.1 16-Bit-Zugriff

9.1.1 Funktionscode 3, 16-Bit-Parameter lesen

Beispiel 1:
Lesen des Parameters *Bemessungsdrehzahl* **372** (0x0174) im Datensatz 2 vom Frequenzumrichter mit der Adresse 1.

Anforderung: Master ➔ Frequenzumrichter

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	DSatz/Par-Nr.		Registeranzahl	
	Transaction ID		Protocol ID		Length							
Hex	nn	nn	nn	nn	00	06	01	03	21	74	00	01

Antwort: Frequenzumrichter ➔ Master

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	Anz. Bytes	Par-Wert	
	Transaction ID		Protocol ID		Length						
Hex	nn	nn	nn	nn	nn	nn	01	03	02	05	6E

Der gesendete Hexadezimalwert ist 0x056E = Dezimal 1390. Der Parameter *Bemessungsdrehzahl* **372** hat keine Nachkommastelle. Somit ist die Bemessungsdrehzahl 1390 min^{-1}.

Beispiel 2:
Lesen des Parameters Bemessungsdrehzahl 372 (0x0174) im Datensatz 0 vom Frequenzumrichter mit der Adresse 1 und Registeranzahl auf 2 (unzulässiger Wert) gesetzt.

Anforderung: Master ➔ Frequenzumrichter

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	DSatz/Par-Nr.		Registeranzahl	
	Transaction ID		Protocol ID		Length							
Hex	nn	nn	nn	nn	00	06	01	03	01	74	00	02

Fehlerantwort: Frequenzumrichter ➔ Master

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	Ausn.
	Transaction ID		Protocol ID		Length				
Hex	nn	nn	nn	nn	00	03	01	83	04

Der gesendete Ausnahmebedingungscode ist der hexadezimale Wert 0x04 = FEHLER SLAVE GERÄT.

9.1.2 Funktionscode 6, 16-Bit-Parameter schreiben

Beispiel 1:
Schreiben des Parameters *Mech. Bemessungsleistung* **376** (0x0178) in Datensatz 4 des Frequenzumrichters mit der Adresse 3.

Die mechanische Bemessungsleistung soll auf 1,5 kW gesetzt werden. Parameter *Mech. Bemessungsleistung* **376** hat eine Dezimalstelle. Somit ist der zu sendende Wert 15 = 0x000F.

Anforderung: Master ➔ Frequenzumrichter

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	DSatz/Par-Nr.		Par-Wert	
	Transaction ID		Protocol ID		Length							
Hex	nn	nn	nn	nn	00	06	01	06	41	78	00	0F

Antwort: Frequenzumrichter ➔ Master

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	DSatz/Par-Nr.		Par-Wert	
	Transaction ID		Protocol ID		Length							
Hex	nn	nn	nn	nn	00	06	01	06	41	78	00	0F

Die Antwort ist das reflektierte Signal der Anforderungsnachricht.

Beispiel 2:
Schreiben des unzulässigen Wertes 0 in den Parameter *Mech. Bemessungsleistung* **376** (0x0178) im Datensatz 2 des Frequenzumrichters mit der Adresse 3.

Anforderung: Master ➔ Frequenzumrichter

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	DSatz/Par-Nr.		Par-Wert	
	Transaction ID		Protocol ID		Length							
Hex	nn	nn	nn	nn	00	06	03	06	21	78	00	00

Fehlerantwort: Frequenzumrichter ➔ Master

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	Ausn.
	Transaction ID		Protocol ID		Length				
Hex	nn	nn	nn	nn	00	03	03	86	04

Der gesendete Ausnahmebedingungscode ist der hexadezimale Wert 0x04 = Fehler SLAVE Gerät.

9.1.3 Funktionscode 16, 16-Bit-Parameter schreiben

Beispiel 1:
Schreiben des Parameters *Mech. Bemessungsleistung* **376** (0x0178) in Datensatz 4 des Frequenzumrichters mit der Adresse 1.

Die mechanische Bemessungsleistung soll auf 1,5 kW gesetzt werden. Parameter *Mech. Bemessungsleistung* **376** hat eine Dezimalstelle. Somit ist der zu sendende Wert 15 = 0x000F.

Anforderung: Master ➔ Frequenzumrichter

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	DSatz/ Par-Nr.		Anzahl Register		Anz. Byte	Par.-Wert	
	Transaction ID		Protocol ID		Length										
	nn	nn	nn	nn	00	09	01	10	41	78	00	01	02	00	0F

Antwort: Frequenzumrichter ➔ Master

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	DSatz/ Par-Nr.		Anzahl Register	
	Transaction ID		Protocol ID		Length							
	nn	nn	nn	nn	00	09	01	10	41	78	00	01

Die Antwort enthält die Anzahl der geschriebenen Register.

Beispiel 2:
Schreiben des unzulässigen Wertes 0 in den Parameter *Mech. Bemessungsleistung* **376** (0x0178) im Datensatz 2 des Frequenzumrichters mit der Adresse 3.

Anforderung: Master ➔ Frequenzumrichter

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	DSatz/ Par-Nr.		Anzahl Register		Anz. Byte	Par.-Wert	
	Transaction ID		Protocol ID		Length										
	nn	nn	nn	nn	00	09	03	10	41	78	00	01	02	00	00

Fehlerantwort: Frequenzumrichter ➔ Master

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	Ausn.
	Transaction ID		Protocol ID		Length				
Hex	nn	nn	nn	nn	00	03	03	90	04

Der gesendete Ausnahmebedingungscode ist der hexadezimale Wert 0x04 = FEHLER SLAVE GERÄT.

9.2 32-Bit-Zugriff

9.2.1 Funktionscode 3, 32-Bit-Parameter lesen

Beispiel 1:
Lesen des Parameters *Festfrequenz 2* **481** (0x01E1) im Datensatz 1 vom Frequenzumrichter mit der Adresse 1.

Anforderung: Master ➔ Frequenzumrichter

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	DSatz/ Par-Nr.		Anzahl Register	
	Transaction ID		Protocol ID		Length							
	nn	nn	nn	nn	00	06	01	03	11	E1	00	02

Antwort: Frequenzumrichter ➔ Master

Feld:	MBAP						Adr.	Funk.	Anz. Bytes	Par-Wert			
	Transaction ID		Protocol ID		Length								
Hex	nn	nn	nn	nn	00	07	01	03	04	00	00	03	E8

Der gesendete Hexadezimalwert ist 0x03E8 = Dezimal 1000. Der Parameter *Festfrequenz 2* **481** hat 2 Nachkommastellen. Somit ist die Frequenz 10,00 Hz.

Beispiel 2:
Lesen des Parameters *Festfrequenz 2* **481** (0x01E1) im Datensatz 0 vom Frequenzumrichter mit der Adresse 1 und Registeranzahl auf 1 (unzulässiger Wert) gesetzt.

Anforderung: Master ➔ Frequenzumrichter

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	DSatz/ Par-Nr.		Anzahl Register	
	Transaction ID		Protocol ID		Length							
	nn	nn	nn	nn	00	06	01	03	01	E0	00	01

Fehlerantwort: Frequenzumrichter ➔ Master

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	Ausn.
	Transaction ID		Protocol ID		Length				
Hex	nn	nn	nn	nn	00	03	01	83	04

Der gesendete Ausnahmebedingungscode ist der hexadezimale Wert 0x04 = FEHLER SLAVE GERÄT.

9.2.2 Funktionscode 16, 32-Bit-Parameter schreiben

Beispiel 1:
Schreiben des Parameters *Festfrequenz 3* **482** (0x01E2) in Datensatz 9 (= RAM für Datensatz 4) des Frequenzumrichters mit der Adresse 1.

Die Frequenz soll auf 44,50 Hz gesetzt werden. Parameter *Festfrequenz 3* **482** hat zwei Dezimalstellen. Somit ist der zu sendende Wert 4450 = 0x00001162.

Anforderung: Master ➔ Frequenzumrichter

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	DSatz/ Par-Nr.		Anzahl Register		Anz. Byte	Par.-Wert			
	Transaction ID		Protocol ID		Length												
Hex	nn	nn	nn	nn	00	0B	01	10	91	E2	00	02	04	00	00	11	62

Antwort: Frequenzumrichter ➔ Master

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	DSatz/ Par-Nr.		Anzahl Register	
	Transaction ID		Protocol ID		Length							
Hex	nn	nn	nn	nn	00	0B	01	10	91	E2	00	02

Die Antwort enthält die Anzahl der geschriebenen Register.

Beispiel 2:
Schreiben des Parameters *Festfrequenz 3* **482** (0x01E2) in Datensatz 9 (= RAM für Datensatz 4) des Frequenzumrichters mit der Adresse 1.

Die Frequenz soll auf den unzulässigen Wert 2000,00 Hz gesetzt werden. Parameter *Festfrequenz 3* **482** hat zwei Dezimalstellen. Somit ist der zu sendende Wert 20000 = 0x00030D40.

Anforderung: Master ➔ Frequenzumrichter

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	DSatz/ Par-Nr.		Anzahl Register		Anz. Byte	Par.-Wert			
	Transaction ID		Protocol ID		Length												
Hex	nn	nn	nn	nn	00	0B	01	10	91	E2	00	02	04	00	03	0D	40

Fehlerantwort: Frequenzumrichter ➔ Master

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	Ausn.
	Transaction ID		Protocol ID		Length				
Hex	nn	nn	nn	nn	00	03	01	90	04

Der gesendete Ausnahmebedingungscode ist der hexadezimale Wert 0x04 = FEHLER SLAVE GERÄT.

9.2.3 Funktionscode 100 (=0x64), 32-Bit-Parameter lesen

Beispiel 1:
Lesen des Parameters *Festfrequenz 2* **481** im Datensatz 0 vom Frequenzumrichter mit der Adresse 1.

Anforderung: Master ➔ Frequenzumrichter

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	DSatz/ Par-Nr.	
	Transaction ID		Protocol ID		Length					
Hex	nn	nn	nn	nn	00	04	01	64	01	E1

Antwort: Frequenzumrichter ➔ Master

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	Par.-Wert			
	Transaction ID		Protocol ID		Length							
Hex	nn	nn	nn	nn	00	06	01	64	00	00	03	E8

Der gesendete Hexadezimalwert ist 0x000003E8 = 1000. Der Parameter *Festfrequenz 2* **481** hat zwei Dezimalstellen. Somit ist die Festfrequenz 2 = 10,00 Hz.

Beispiel 2:
Lesen des unbekannten Parameters **1600** (0x0640) im Datensatz 2 vom Frequenzumrichter mit der Adresse 1.

Anforderung: Master ➔ Frequenzumrichter

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	DSatz/ Par-Nr.	
	Transaction ID		Protocol ID		Length					
Hex	nn	nn	nn	nn	00	04	01	64	26	40

Fehlerantwort: Frequenzumrichter ➔ Master

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	Ausn.
	Transaction ID		Protocol ID		Length				
Hex	nn	nn	nn	nn	00	03	01	E4	04

Der Ausnahmebedingungscode ist der Hexadezimalwert 0x04 = FEHLER SLAVE GERÄT.

9.2.4 Funktionscode 101 (=0x65), 32-Bit-Parameter schreiben

Beispiel 1:
Schreiben des Parameters *Bemessungsfrequenz* **375** (0x0177) in Datensatz 2 des Frequenzumrichters mit der Adresse 1.

Die Bemessungsfrequenz soll auf 10,00 Hz gesetzt werden. Der Parameter *Bemessungsfrequenz* **375** hat zwei Dezimalstellen. Somit ist der zu sendende Wert 1000 = 0x03E8.

Anforderung: Master ➔ Frequenzumrichter

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	DSatz/ Par-Nr.		Par.-Wert			
	Transaction ID		Protocol ID		Length									
Hex	nn	nn	nn	nn	00	08	01	65	21	77	00	00	03	E8

Antwort: Frequenzumrichter ➔ Master

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	DSatz/ Par-Nr.		Par.-Wert			
	Transaction ID		Protocol ID		Length									
Hex	nn	nn	nn	nn	00	08	01	65	21	77	00	00	03	E8

Die Antwort ist das reflektierte Signal der Anforderungsnachricht.

Beispiel 2:
Schreiben des unzulässigen Wertes 9,00 Hz in den Parameter *Bemessungsfrequenz* **375** im Datensatz 2 des Frequenzumrichters mit der Adresse 1.

Der Parameter *Bemessungsfrequenz* **375** hat 2 Dezimalstellen. Der zu sendende Wert ist 900 = 0x0384.

Anforderung: Master ➔ Frequenzumrichter

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	DSatz/ Par-Nr.		Par.-Wert			
	Transaction ID		Protocol ID		Length									
Hex	nn	nn	nn	nn	00	08	01	65	21	77	00	00	03	84

Fehlerantwort: Frequenzumrichter ➔ Master

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	Ausn.
	Transaction ID		Protocol ID		Length				
Hex	nn	nn	nn	nn	00	03	01	E5	04

Der gesendete Ausnahmebedingungscode ist der hexadezimale Wert 0x04 = FEHLER SLAVE GERÄT.

9.2.5 Funktionscode 8, Diagnose

Beispiel 1a:
Löschen aller Diagnosezähler (Unterfunktion 0x0A) im Frequenzumrichter mit der Adresse 1.

Anforderung: Master ➔ Frequenzumrichter

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	Unterfunktion		Daten	
	Transaction ID		Protocol ID		Length							
Hex	nn	nn	nn	nn	00	06	01	08	00	0A	00	00

Antwort: Frequenzumrichter ➔ Master

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	Unterfunktion		Daten	
	Transaction ID		Protocol ID		Length							
Hex	nn	nn	nn	nn	00	06	01	08	00	0A	00	00

Die Antwort ist das reflektierte Signal der Anforderungsnachricht. Alle Zähler sind auf Null gesetzt.

Beispiel 1b:
Mit allen Zählern auf Null gesetzt, lesen des Diagnosezählers 4 „Slave Nachrichten Zähler“ (Unterfunktion 0x0E) vom Frequenzumrichter mit der Adresse 1.

Anforderung: Master ➔ Frequenzumrichter

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	Unterfunktion		Daten	
	Transaction ID		Protocol ID		Length							
Hex	nn	nn	nn	nn	00	06	01	08	00	0E	00	00

Antwort: Frequenzumrichter ➔ Master

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	Unterfunktion		Daten	
	Transaction ID		Protocol ID		Length							
Hex	nn	nn	nn	nn	00	06	01	08	00	0E	00	01

Der Zählerwert ist 1, da dies die erste empfangene Nachricht nach dem Setzen aller Zähler auf Null ist.

Beispiel 2:
Lesen des unbekannten Diagnosezählers 8 (Unterfunktion 0x13) vom Frequenzumrichter mit der Adresse 1.

Anforderung: Master ➔ Frequenzumrichter

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	Unterfunktion		Daten	
	Transaction ID		Protocol ID		Length							
Hex	nn	nn	nn	nn	00	06	01	08	00	13	00	00

Fehlerantwort: Frequenzumrichter ➔ Master

Feld:	MBAP						Unit ID	Funk.	Ausn.
	Transaction ID		Protocol ID		Length				
Hex	nn	nn	nn	nn	00	03	01	88	01

Der gesendete Ausnahmebedingungscode ist der Hexadezimalwert 0x01 = UNGÜLTIGER FUNKTIONSCODE.

10 Motion Control Interface (MCI) / Motion Control Override (MCO)

Das Motion Control Interface (MCI) ist eine definierte Schnittstelle des ACU-Gerätes für die Positioniersteuerung über Feldbus. Typischerweise wird diese Schnittstelle von einem Feldbus wie CANopen® verwendet. Das Motion Control Interface ermöglicht dem Anwender über einen Feldbus eine Positionierung über ein Positonier-Profil durchzuführen, das üblicherweise aus Zielposition, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Verzögerung, Schnellstop und Modus-abhängigen Informationen besteht.

Bei Modbus/TCP-Kommunikation kann MCI nicht direkt verwendet werden. Stattdessen erfolgt die Positionierung über MCO (Motion Control Override), siehe Kapitel 10.1 „Motion Control Override“.

Das Motion Control Interface benutzt den Parameter *Override Modes Of Operation* **1454** zum Wechseln zwischen den verschiedenen Modi.

Die unterstützten Modi entsprechend CANopen® Standard DS402 sind:

- 1 – Profile Position mode
- 2 – Velocity mode [rpm]
- 3 – Profile Velocity mode [u/s]
- 6 – Homing
- 7 – Interpolated mode (nicht verfügbar bei Nutzung des MCO)
- 8 – Cyclic sync position mode (nicht verfügbar bei Nutzung des MCO)
- 9 – Cyclic sync velocity mode (nicht verfügbar bei Nutzung des MCO)

Bonfiglioli Vectron definierte Modi

- -1 (oder 0xFF) – Table Travel record mode (Fahrsatztabellenmodus)
- -2 (oder 0xFE) – Move Away from Limit Switch (Endschalter freifahren)
- -3 (oder 0xFD) – Electronic Gear: Slave (Elektronisches Getriebe als Slave)

Das Wechseln der Betriebsart (mode of operation) ist in jedem Betriebszustand des ACU möglich.

Es wird empfohlen, eine laufende Bewegung durch die SPS zuerst zu stoppen, dann den Modus mit *Override Modes Of Operation* **1454** zu wechseln und anschließend im neuen Modus erneut zu starten.

Für die Nutzung des Motion Control Interface muss *Local/Remote* **412** = „1 - Steuerung über Statemachine“ eingestellt sein. In Konfigurationen ohne Positioniersteuerung (*Konfiguration* **30** ≠ x40) ist nur der Velocity Modus verfügbar.

Für eine Beschreibung der Positionierparameter beachten Sie bitte das „Anwendungshandbuch – Positionierung“.

10.1 Motion Control Override

Die Motion Control Override Funktion kann verwendet werden, um über serielle Kommunikation (VABus oder Modbus sowie VABus/TCP oder Modbus/TCP) ein Verfahrprofil vorzugeben. Dadurch kann auch in der Bediensoftware VPlus für Windows ein Verfahrprofil getestet werden, wenn die Steuerung noch nicht komplett programmiert ist. Diese Funktion kann daher auch als Simulationsmodus verwendet werden.

Die Funktion Motion Control Override unterstützt die folgenden Modes nicht:

- Interpolated Mode.
- Cyclic Synchronous Position Mode
- Cyclic Synchronous Velocity Mode

Parameter		Einstellung		
Nr.	**Beschreibung**	**Min.**	**Max.**	**Werkseinst.**
1454	Override Modes Of Operation	Auswahl		0
1455	Override Target Position	-2^{31}-1...2^{31}-1 u		-1 u
1456	Override Profile Velocity	-1...2^{31}-1 u/s		-1 u/s
1457	Override Acceleration	-1...2^{31}-1 u/s²		-1 u/s²
1458	Override Deceleration	-1...2^{31}-1 u/s²		-1 u/s²
1459	Override Target Velocity vl [rpm]	-32768...32767 rpm		-1 rpm
1460	Override Target Velocity pv [u/s]	-2^{31}-1...2^{31}-1 u/s		-1 u/s

Ausgehend von den Standardeinstellungen des Motion Control Interface (Parameter **1292**...**1297**) ergibt sich folgende Verwendung der Override Parameter und der CANopen®-Objekte:

1454 *Override Modes Of Operation*	**oder**	0x6060 Modes of Operation
1455 *Override Target Position*	**oder**	0x607A Target Position
1456 *Override Profile Velocity*	**oder**	0x6081 Profile Velocity
1457 *Override Acceleration*	**oder**	0x6083 Profile Acceleration
1458 *Override Deceleration*	**oder**	0x6084 Profile Deceleration
1459 *Override Target Velocity vl [rpm]*	**oder**	0x6042 Target Velocity
1460 *Override Target Velocity pv [u/s]*	**oder**	0x60FF Target Velocity

Die Standard-Einstellungen „-1“ in den Parametern **1455**...**1460** und „0“ im Parameter *Override Modes Of Operation* **1454** bewirkt, dass die Werte des Motion Control aus den Verknüpfungen der Parameter **1292**...**1297** verwendet werden. Durch eine Einstellung abweichend von der Werkseinstellung wird der Wert des jeweiligen Parameters verwendet. Es ist möglich, nur bestimmte Bereiche der Trajektorie über die Override-Funktion vorzugegeben und andere Werte über das Motion Control Interface vorzugeben.

Die Zielposition „-1 u“ kann nicht angefahren werden, da **1455** *Override Target Position = -1* die Override Funktion deaktiviert.

Abhängig von der gewählten Betriebsart (mode of operation) unterscheiden sich die verwendeten Objekte und Parameter. Durch die Verwendung der verschiedenen Objekte und Parameter können und müssen diese für die Betriebsarten individuell eingestellt werden.
Die Verwendung der „Verzögerung“ (Deceleration) und des „Not-Halt“ (Quick Stop) ist abhängig von Betriebsarten, Steuerbefehlen und Fehlerverhalten bei Kommunikationsfehlern (siehe *Bus Stoerverhalten* **388**).
Die folgenden Tabellen beschreiben die verfügbaren Betriebsarten für die Verwendung des Motion Control Override.

Mode	Homing	Velocity Mode	Profile Velocity Mode
1454 *Override Modes Of Operation*	**6**	**2**	**3**
Zielposition (Target Position)			
Geschwindigkeit (Speed)	**1132** & **1133** *Geschw. Eilgang / Geschw. Schleichgang*	**1459** *Override Target Velocity vl [rpm]*	**1460** *Override Target Velocity pv [u/s]*
Begrenzung[1)]	**418** *Minimale Frequenz* **419** *Maximale Frequenz*	**418** *Minimale Frequenz* **419** *Maximale Frequenz*	**418** *Minimale Frequenz* **419** *Maximale Frequenz*
Beschleunigung (Acceleration)	**1134** *Beschleunigung*	**420** *Beschleunigung (Rechtslauf)* **422** *Beschleunigung Linkslauf*	**1457** *Override Acceleration*
Verzögerung (Deceleration)	**1134** *Beschleunigung*	**421** *Verzoegerung (Rechtslauf)* **423** *Verzoegerung Linkslauf*	**1458** *Override Deceleration*
Nothalt [2)] (Quick Stop)	**1179** *Notstop-Rampe*	**424** *Nothalt Rechtslauf* **425** *Nothalt Linkslauf*	**1179** *Notstop-Rampe*
Referenzfahrt (Homing Method)	**1130** *Referenzfahrt-Typ*		
Fahrsatz (Motion Block)			

1) Die Begrenzung ergibt sich aus *Minimale Frequenz* **418** und *Maximale Frequenz* **419**. Durch *Begrenzung* **1118** des Lagereglers in Konfiguration x40 kann eine Erhöhung über die Maximalfrequenz auftreten, da der Ausgang des Lagereglers zur Maximalfrequenz addiert wird.
2) Nothalt oder Verzögerung wird abhängig von Auslaufverhalten *Betriebsart* **630** oder Verhalten bei Kommunikationsfehlern *Bus Stoerverhalten* **388** genutzt.

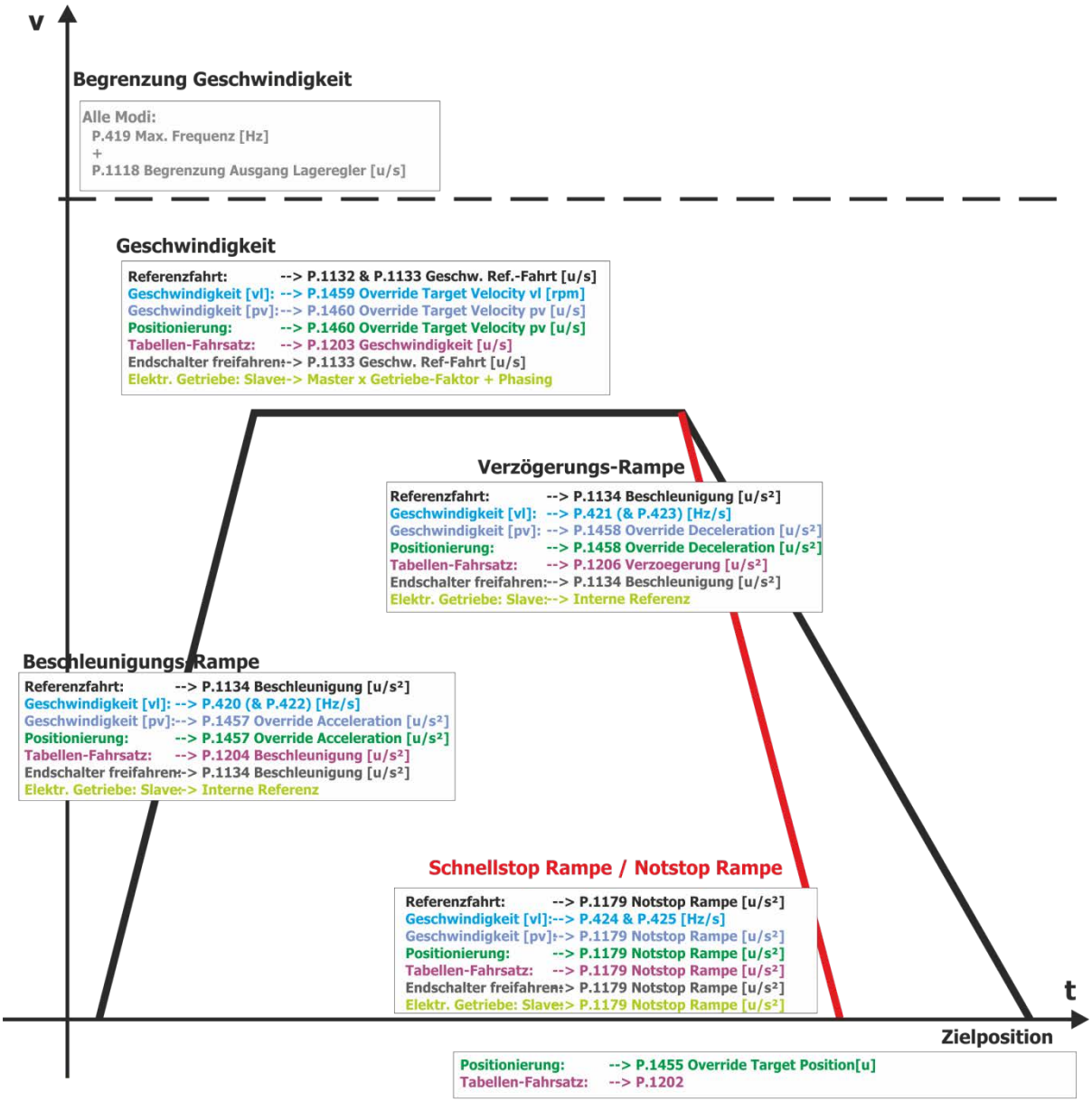
Mode	Profile Positioning mode
1454 *Override Modes Of Operation*	1
Zielposition (Target Position)	**1455** *Override Target Position*
Geschwindigkeit (Speed)	**1456** *Override Profile Velocity*
Begrenzung[1)]	**418** *Minimale Frequenz* **419** *Maximale Frequenz*
Beschleunigung (Acceleration)	**1456** *Override Acceleration*
Verzögerung (Deceleration)	**1458** *Override Deceleration*
Nothalt [2)] (Quick Stop)	**1179** *Notstop-Rampe*
Referenzfahrt (Homing Method)	
Fahrsatz (Motion Block)	

1) Die Begrenzung ergibt sich aus *Minimale Frequenz* **418** und *Maximale Frequenz* **419**. Durch *Begrenzung* **1118** des Lagereglers in Konfiguration x40 kann eine Erhöhung über die Maximalfrequenz auftreten, da der Ausgang des Lagereglers zur Maximalfrequenz addiert wird.
2) Nothalt oder Verzögerung wird abhängig von Auslaufverhalten *Betriebsart* **630** oder Verhalten bei Kommunikationsfehlern *Bus Stoerverhalten* **388**genutzt.

Mode	Table Travel Record mode	Endschalter freifahren	Elektronisches Getriebe - Slave
1454 *Override Modes Of Operation*	**255**	**254**	**253**
Zielposition (Target Position)	**1202** *Zielposition*		
Geschwindigkeit (Speed)	**1203** *Geschwindigkeit*	**1132** *Geschw. Eilgang* **1133** *Geschw. Schleichgang*	**1460** *Override Target Velocity pv [u/s]*
Begrenzung[3)]	**418** *Minimale Frequenz* **419** *Maximale Frequenz*	**418** *Minimale Frequenz* **419** *Maximale Frequenz*	**418** *Minimale Frequenz* **419** *Maximale Frequenz*
Beschleunigung (Acceleration)	**1204** *Beschleunigung*	**1134** *Beschleunigung*	**1457** *Override Acceleration*
Verzögerung (Deceleration)	**1205** *Verzoegerung*	**1134** *Beschleunigung*	**1458** *Override Deceleration*
Nothalt [2)] (Quick Stop)	**1179** *Notstop-Rampe*	**1179** *Notstop-Rampe*	**1179** *Notstop-Rampe*
Fahrsatz (Motion Block)	Über Steuerwort gewählt		
Getriebefaktor (Gear factor)			**1123** *Getriebefaktor Zaehler* **1124** *Getriebefaktor Nenner*
Phasing [1)]			**1125** *Phasing: Offset* **1126** *Phasing: Geschwindigkeit* **1127** *Phasing: Beschleunigung*

1) Die Begrenzung ergibt sich aus *Minimale Frequenz* **418** und *Maximale Frequenz* **419**. Durch *Begrenzung* **1118** des Lagereglers in Konfiguration x40 kann eine Erhöhung über die Maximalfrequenz auftreten, da der Ausgang des Lagereglers zur Maximalfrequenz addiert wird.
2) Nothalt oder Verzögerung wird abhängig von Auslaufverhalten *Betriebsart* **630** oder Verhalten bei Kommunikationsfehlern *Bus Stoerverhalten* **388** genutzt.

Beziehungen zwischen Objekten, Parametern und Umrechnungen


v
Begrenzung Geschwindigkeit
Alle Modi:
P.419 Max. Frequenz [Hz]
+
P.1118 Begrenzung Ausgang Lageregler [u/s]
Geschwindigkeit
Referenzfahrt: --> P.1132 & P.1133 Geschw. Ref.-Fahrt [u/s]
Geschwindigkeit [vl]: --> P.1459 Override Target Velocity vl [rpm]
Geschwindigkeit [pv]: --> P.1460 Override Target Velocity pv [u/s]
Positionierung: --> P.1460 Override Target Velocity pv [u/s]
Tabellen-Fahrsatz: --> P.1203 Geschwindigkeit [u/s]
Endschalter freifahren: --> P.1133 Geschw. Ref-Fahrt [u/s]
Elektr. Getriebe: Slave: --> Master x Getriebe-Faktor + Phasing
Verzögerungs-Rampe
Referenzfahrt: --> P.1134 Beschleunigung [u/s²]
Geschwindigkeit [vl]: --> P.421 (& P.423) [Hz/s]
Geschwindigkeit [pv]: --> P.1458 Override Deceleration [u/s²]
Positionierung: --> P.1458 Override Deceleration [u/s²]
Tabellen-Fahrsatz: --> P.1206 Verzoegerung [u/s²]
Endschalter freifahren: --> P.1134 Beschleunigung [u/s²]
Elektr. Getriebe: Slave: --> Interne Referenz
Beschleunigungs-Rampe
Referenzfahrt: --> P.1134 Beschleunigung [u/s²]
Geschwindigkeit [vl]: --> P.420 (& P.422) [Hz/s]
Geschwindigkeit [pv]: --> P.1457 Override Acceleration [u/s²]
Positionierung: --> P.1457 Override Acceleration [u/s²]
Tabellen-Fahrsatz: --> P.1204 Beschleunigung [u/s²]
Endschalter freifahren: --> P.1134 Beschleunigung [u/s²]
Elektr. Getriebe: Slave: --> Interne Referenz
Schnellstop Rampe / Notstop Rampe
Referenzfahrt: --> P.1179 Notstop Rampe [u/s²]
Geschwindigkeit [vl]: --> P.424 & P.425 [Hz/s]
Geschwindigkeit [pv]: --> P.1179 Notstop Rampe [u/s²]
Positionierung: --> P.1179 Notstop Rampe [u/s²]
Tabellen-Fahrsatz: --> P.1179 Notstop Rampe [u/s²]
Endschalter freifahren: --> P.1179 Notstop Rampe [u/s²]
Elektr. Getriebe: Slave: --> P.1179 Notstop Rampe [u/s²]
t
Zielposition
Positionierung: --> P.1455 Override Target Position[u]
Tabellen-Fahrsatz: --> P.1202

Spezielle Parameter:

Alle Modi:	Modes of Operation	P.1454 Override Modes of Operation
	Steuerwort	P.410 Steuerwort
	Zustandswort	P.411 Zustandswort
Referenzfahrt:	Referenzfahrt-Typ	P.1130 Referenzfahrt-Typ
Tabellen-Fahrsatz:		
Elektr. Getriebe: Slave:		P.1123, P.1124, P.1142 Getriebefaktor
		P.1125, P.1126, P.1127 Phasing

Geschwindigkeit [vl] → Velocity Mode [rpm]
Geschwindigkeit [pv] → Profile Velocity Mode [u/s]

Die grafische Übersicht zeigt die wichtigsten benutzten Objekte. Weitere Objekte sind in den verschiedenen Modi verfügbar; beachten Sie die Beschreibungen der Objekte und Modi für weitere Informationen.

10.2 Funktionen des Motion Control Interface (MCI)

Über das Motion Control Interface können zahlreiche Positionierfunktionen direkt von einer SPS angesprochen werden.

10.2.1 Bezugssystem

Das Motion Control Interface rechnet in vielen Modi in user units [u]. Die user units [u] ergeben sich durch die Umrechnung der Getriebefaktoren und der *Polpaarzahl* **373**..

Umrechnung zwischen "user units" [u] und Frequenzen [Hz]

$$f\ [\mathrm{Hz}] = v\ [\frac{\mathrm{u}}{\mathrm{s}}] \times \frac{Polpaarzahl(P.373)}{Vorschubkonstante\ (P.1115)} \times \frac{Getriebe{:}\,Motorumdrehungen(P.1117)}{Getriebe{:}\,Wellenumdrehungen\ (P.1116)}$$

$$v\ [\frac{\mathrm{u}}{\mathrm{s}}] = f\ [\mathrm{Hz}] \times \frac{Vorschubkonstante\ (P.1115)}{Polpaarzahl\ (P.373)} \times \frac{Getriebe{:}\,Wellenumdrehungen\ (P.1116)}{Getriebe{:}\,Motorumdrehungen(P.1117)}$$

Vorschubkonstante **1115**
Getriebe: Wellenumdrehungen **1116**
Getriebe: Motorumdrehungen **1117**

Die gleichen Formeln können für die Umrechnung von Beschleunigungswerten a [Hz/s] zu a [u/s²] und umgekehrt verwendet werden. Ersetzen Sie in den Formeln entsprechend die Geschwindigkeiten f[Hz] und f[u/s] durch die Beschleunigungen a[Hz/s] und a[u/s²].

Weitere Details zum Bezugssystem sind im Anwendungshandbuch „Positionierung" beschrieben.

10.2.2 Modes of Operation

Mit *Override Modes Of Operation* **1454** wird die Betriebsart des Frequenzumrichters festgelegt.
Die Auswahl ist abhängig von der eingestellten Konfiguration des Frequenzumrichters.

Verfügbare Werte für *Override Modes Of Operation* **1454** in Konfigurationen des Frequenzumrichters mit Positioniersteuerung (Parameter *Konfiguration* **30** = x40):

Modes of operation	
1	– Profile position mode (Betriebsart Positionierung)
2	– Velocity mode (Betriebsart Geschwindigkeit [rpm]) **(voreingestellt)**
3	– Profile velocity mode (Betriebsart Geschwindigkeit [u/s])
6	– Homing mode (Betriebsart Referenzfahrt)
255 (-1)	– Table travel record mode (Betriebsart Fahrsatztabelle, herstellerspezifische Betriebsart)
254 (-2)	– Move away from limit switch (Betriebsart Endschalter freifahren, herstellerspezifische Betriebsart)
253 (-3)	– Electronic Gear: Slave (Betriebsart Elektronisches Getriebe: Slave, herstellerspezifische Betriebsart)

Nutzbare Werte für *modes of operation* in Konfigurationen des Frequenzumrichters ohne Positioniersteuerung (Parameter *Konfiguration* **30** ≠ x40):

Modes of operation
2 – velocity mode (Betriebsart Geschwindigkeit [rpm])

10.2.3 Aktuelle Position und Schleppfehler

Parameter *Lageistwert* **1108** gibt die aktuelle Position in user units zurück.

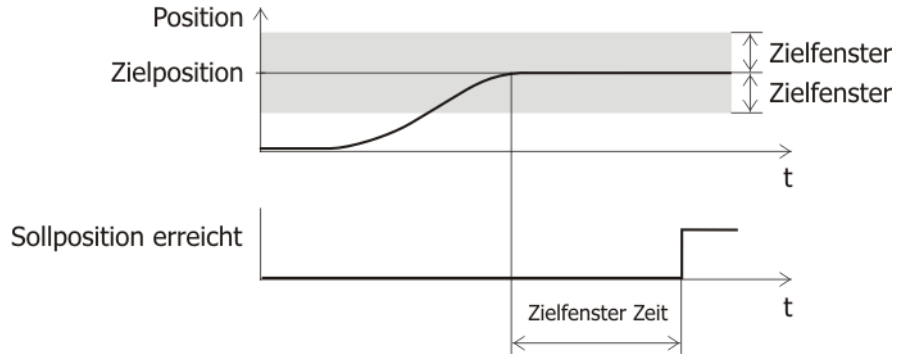
Parameter *akt. Schleppfehler* **1109** gibt den aktuellen Schleppfehler zurück.

Der Schleppfehler kann intern überwacht werden, um einen Gerätefehler bei Erreichen einer Schwelle auszulösen. Bitte beachten Sie das Anwendungshandbuch „Positionierung“ für Details zu den Parametern *Fehlerreaktion* **1120**, *Warngrenze* **1105**, *Fehlergrenze* **1106** und *Schleppfehler Zeit* **1119**.

10.2.4 Zielfenster

Das Zielfenster überwacht die aktuelle Position nach Ablauf einer Positionierung. Eine Positionierung ist abgeschlossen, wenn sich die aktuelle Position im Zielfenster befindet. Mit Parameter *Zielfenster* **1165** wird eingestellt, ab welcher Entfernung von der Zielposition das Signal „Ziel erreicht“ gesetzt wird. Die Einstellung gilt für positive und negative Fahrtrichtung.
Ist der Wert für den Parameter auf 0 eingestellt, wird die Positionierung als beendet gemeldet, wenn der Positionssollwert die Zielposition erreicht hat. Für den Positionssollwert wird auf einen internen Wert zurückgegriffen, der abhängig von den Profildaten für jeden internen Zyklusschritt neu berechnet wird.
Mit Parameter *Zielfenster Zeit* **1166** wird eingestellt, wie lange sich die Achse im Zielfenster befinden muss, bevor „Ziel erreicht“ gemeldet wird.

Parameter		Einstellung		
Nr.	**Beschreibung**	**Min.**	**Max.**	**Werkseinst.**
1165	Zielfenster	0 u	2^{20} u	182 u
1166	Zielfenster Zeit	1 ms	65 535 ms	1 ms



Die Größe des Zielfensters beeinflusst die automatische Abfolge von Fahrsätzen, da bei kleinem Zielfenster (geringe Toleranz) der Positioniervorgang eine höhere Genauigkeit erfordert. Der folgende Fahrsatz wird nach Erreichen des Zielfensters gestartet.

10.2.5 Lageregler

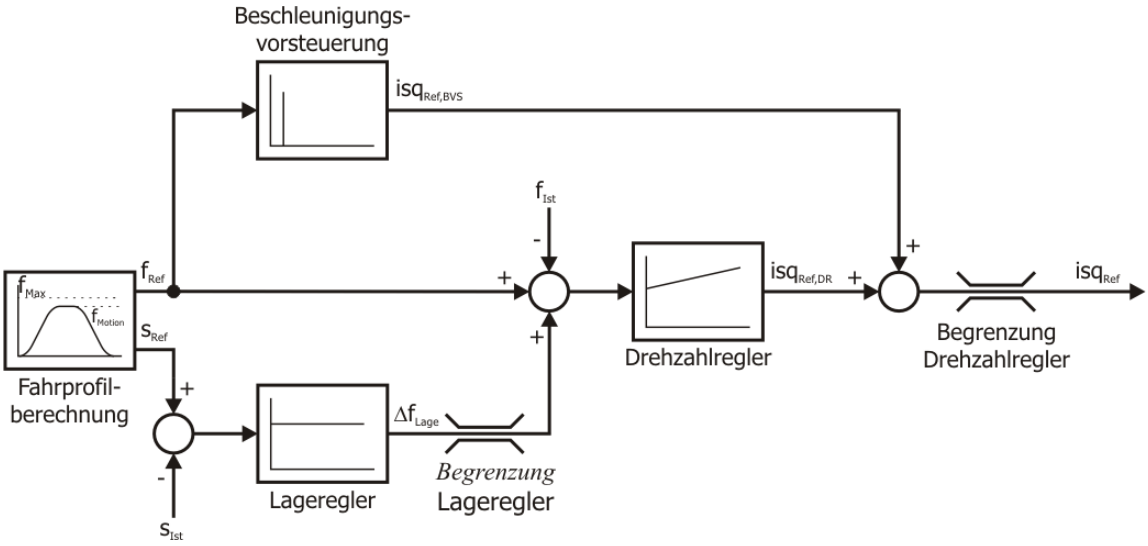
Der Lageregler wertet den Soll- und Istverlauf der Positionierung aus und versucht den Antrieb so zu steuern, dass eine gute Annäherung an den Sollverlauf erreicht wird. Für diesen Zweck wird eine zusätzliche Frequenz zum Ausgleich von Lageabweichungen berechnet, welche über eine Parametereinstellung begrenzt werden kann. Mit den Parametern des Lagereglers kann beeinflusst werden, wie schnell und wie stark eine Lageabweichung ausgeglichen werden soll.
Über *Zeitkonstante* **1104** wird eingestellt, innerhalb welcher maximalen Zeit die Lageabweichung ausgeglichen werden soll.
Über *Begrenzung* **1118** wird eingestellt, auf welchen Wert die Geschwindigkeit zum Ausgleich der Lageabweichung begrenzt wird.

Parameter		Einstellung		
Nr.	**Beschreibung**	**Min.**	**Max.**	**Werkseinstellung**
1104	Zeitkonstante	0,00 ms	300,00 ms	10,00 ms [1)] 100,00 ms [2)]
1118	Begrenzung	0 u/s	2^{31}-1 u/s	327 680 u/s

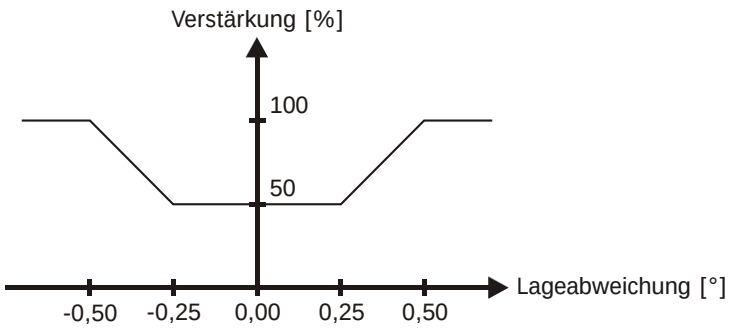
[1)] Werkseinstellung bei Parametereinstellung *Konfiguration* **30** = 240 oder 540
[2)] Werkseinstellung bei Parametereinstellung *Konfiguration* **30** = 440

Beispiel:
Die Lageabweichung beträgt 1 Umdrehung der Motorwelle und die Zeitkonstante ist auf 1 ms eingestellt. Der Lageregler erhöht die Drehfrequenz des Motors um 1000 Hz, um die Lageabweichung auszugleichen. Der Parameterwert für *Begrenzung* **1118** muss dazu ausreichend eingestellt sein.

Blockschaltbild der Reglerstruktur



Um Oszillationen des Antriebs beim Stillstand zu vermeiden, wird die Verstärkung für geringe Lageabweichungen auf 50% des parametrierten Wertes reduziert.



Folgende Anzeichen deuten darauf hin, dass Parameter der Reglerstruktur nicht optimal eingestellt sind:

- Der Antrieb ist sehr laut.
- Der Antrieb schwingt.
- Häufige Schleppfehler
- Ungenaue Regelung

Einstellungsmöglichkeiten von weiteren Regelparametern, beispielsweise für den Drehzahlregler und die Beschleunigungsvorsteuerung, können der Betriebsanleitung zum Frequenzumrichter entnommen werden.

Den Antrieb unter den tatsächlichen Betriebsbedingungen optimieren, da die Reglerparameter für den Drehzahlregler und die Beschleunigungsvorsteuerung lastabhängig sind. Bei verschiedenen Lastarten optimieren, so dass in allen Punkten ein gutes Regelverhalten eingestellt ist.

10.2.6 Referenzfahrt

Nach dem Einschalten des Antriebs muss für Absolutpositionierungen eine definierte Ausgangslage ermittelt werden. Mit einer Referenzfahrt (englisch: Homing) wird der Bezugspunkt für die Positionierung festgelegt, auf welchen sich Positionsangaben beziehen. Der Antrieb verfährt nach dem Start der Referenzfahrt bis er auf einen Referenzschalter oder einen Endschalter trifft und bleibt dort stehen. Die Endschalter begrenzen den Fahrweg. Die Fahrtrichtung (Suchrichtung) bei Beginn der Referenzfahrt ist durch den Referenzfahrttyp festgelegt. Bei Erreichen der Endschalter wird je nach gewähltem Referenzfahrttyp die Drehrichtung des Antriebs gewechselt. Die Endschalter können auch als Referenzpunkt verwendet werden. Eine Auflistung der Referenzfahrt-Typen finden Sie im Kapitel „Liste der Referenzfahrt-Typen“.

Relativ-Positionierungen und Verfahren im Geschwindigkeitsmodus sind auch ohne abgeschlossene Referenzfahrt möglich.

Die Referenzfahrt kann ausgelöst werden:

- über einen Digitaleingang
- durch ein Steuerwort über Systembus oder Feldbus [1)]
- automatisch vor dem Beginn einer Fahrsatzpositionierung

[1)] Erweiterungsmodul mit Systembus- oder Feldbusschnittstelle erforderlich

Wird ein Absolutwertgeber mit einem Absolutwertgebermodul (zum Beispiel EM-ABS-01) verwendet, ist eine Referenzfahrt bei Netzeinschalten nicht notwendig. Dies wird durch Parameter *Betriebsart* **1220** festgelegt.

Weitere Details zur Funktion Referenzfahrt sind im Anwendungshandbuch „Positionierung“ beschrieben.

10.2.6.1 Startposition nach Referenzfahrt

Nach Referenzfahrt:
Initialposition **1185** = -1 → Antrieb bleibt in „liegengebliebener“ Position stehen.
Initialposition **1185** ≠ -1 → Antrieb wird aktiv zur eingestellten Position verfahren.

10.2.6.2 Fliegende Referenzfahrt

Die fliegende Referenzfahrt kann genutzt werden, um die Referenzposition während einer laufenden Positionierung zu aktualisieren. Diese Funktion ist im Anwendungshandbuch „Positionierung“ beschrieben.

10.2.7 Freifahren der Hardware-Endschalter

Wurde ein Hardware-Endschalter angefahren, wird abhängig von Parametereinstellung *Fehlerreaktion* **1143** eine Fehlermeldung ausgelöst und die Drehrichtung gesperrt.

Nach einem Fehlerreset kann in die noch freigegebene Drehrichtung verfahren werden. Für das Freifahren kann grundsätzlich jede Betriebsart verwendet werden solange der Fahrauftrag in die freigegebene Richtung fährt.

Solange der Endschalter noch ausgelöst ist, bleibt die Endschalter-Warnung im Zustandswort und in den Istwert-Parametern **269** *Warnungen*, **273** *Warnungen Applikation* und **275** *Reglerstatus* bestehen. Sobald der Endschalter freigefahren ist, wird die Warnung im Zustandswort und den Istwert-Parametern gelöscht.

Für das einfache Freifahren der Endschalter kann Modus „-2 Endschalter freifahren“ verwendet werden (siehe Kapitel 11.4.6 „Endschalter freifahren“).

11 Steuerung des Frequenzumrichters

Der Frequenzumrichter kann grundsätzlich über drei Betriebsarten gesteuert werden. Die Betriebsarten können über den datensatzumschaltbaren Parameter *Local/Remote* **412** ausgewählt werden.

Parameter		Einstellung		
Nr.	**Beschreibung**	**Min.**	**Max.**	**Werkseinst.**
412	Local/Remote	0	44	44

Für den Betrieb unter CANopen® sind nur die Betriebsarten 0, 1 und 2 relevant. Die weiteren Einstellungen beziehen sich auf die Möglichkeiten der Steuerung über die Bedieneinheit.

Betriebsart	Funktion
0 - Steuerung über Kontakte (Kapitel 11.1)	Die Befehle Start und Stopp, sowie die Vorgabe der Drehrichtung erfolgen über Digitalsignale.
1 - Steuerung über Statemachine (Kapitel 11.1.1,11.3, 11.4)	Der Frequenzumrichter wird über das Steuerwort gesteuert. **Nur in dieser Einstellung werden Positionierfunktionen durch das Steuerwort (control word) und die Betriebsarten (modes of operation) unterstützt.**
2 - Steuerung über Remote-Kontakte (Kapitel 11.1)	Die Befehle Start und Stopp sowie die Vorgabe der Drehrichtung erfolgen mit Hilfe von virtuellen Digitalsignalen des Steuerworts (control word).

Der Parameter *Local/Remote* **412** ist datensatzumschaltbar, d. h. per Datensatzanwahl kann zwischen den unterschiedlichen Betriebsarten umgeschaltet werden. Zum Beispiel kann ein Frequenzumrichter über den Bus gesteuert werden, und ein lokaler Notfallbetrieb kann aktiviert werden, wenn der Bus-Master ausfällt. Diese Umschaltung ist auch anhand des Statuswortes erkennbar (Bit remote).

Die Datensatzumschaltung kann lokal über Steuerkontakte an den Digitaleingängen des Frequenzumrichters erfolgen oder über den Bus. Für die Datensatzumschaltung über den Bus wird der Parameter *Datensatzanwahl* **414** genutzt.

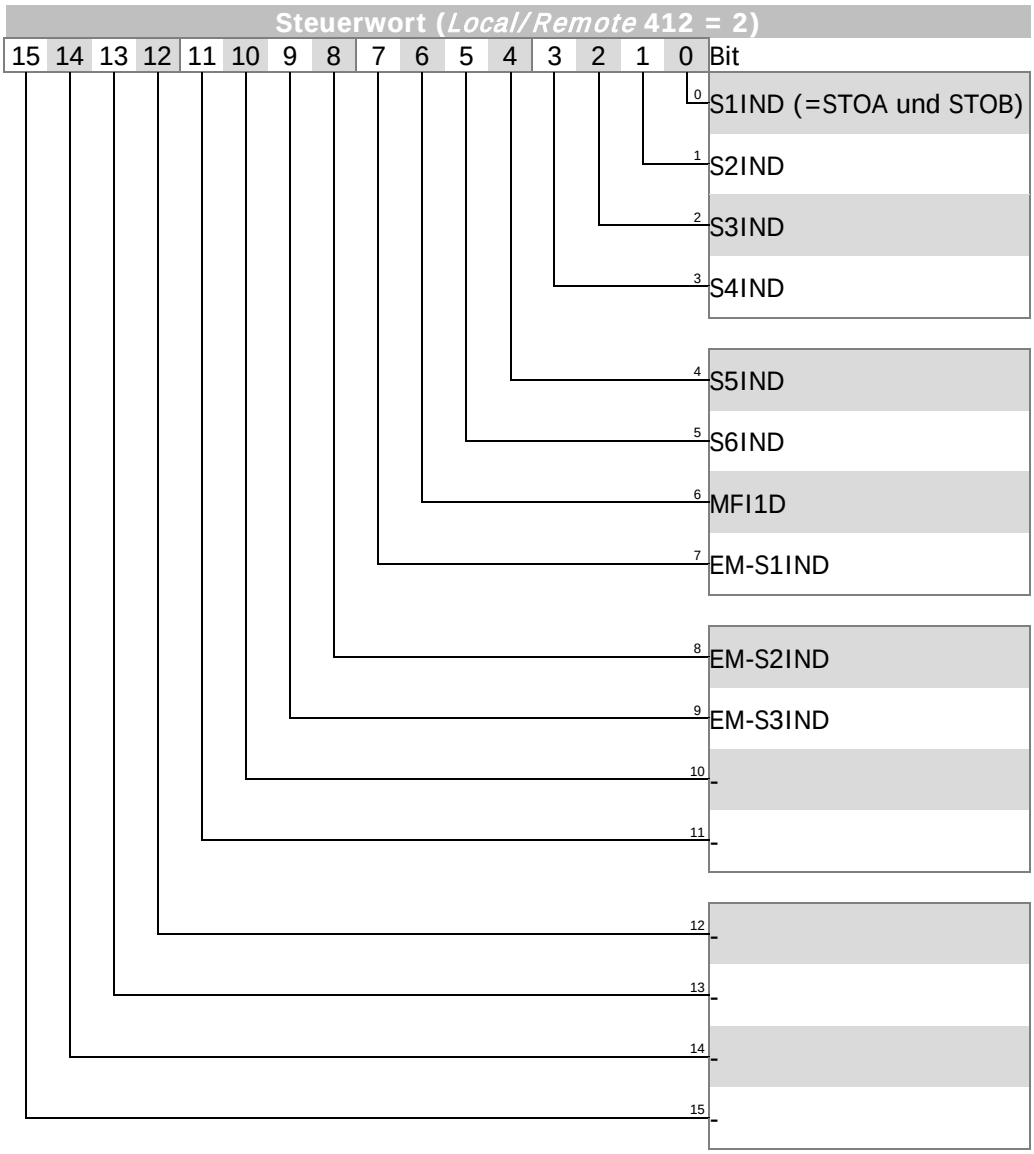
Parameter		Einstellung		
Nr.	**Beschreibung**	**Min.**	**Max.**	**Werkseinst.**
414	Datensatzanwahl	0	4	0

Mit *Datensatzanwahl* **414** = 0 ist die Datensatzumschaltung über Kontakteingänge aktiv. Ist *Datensatzanwahl* **414** auf 1, 2, 3, oder 4 gesetzt, ist der angewählte Datensatz aktiviert und die Datensatzumschaltung über die Kontakteingänge deaktiviert.
Ist *Datensatzanwahl* **414** =5 gesetzt ist die Datensatzumschaltung über Kontakteingänge aktiv wenn der Frequenzumrichter nicht freigegeben ist.

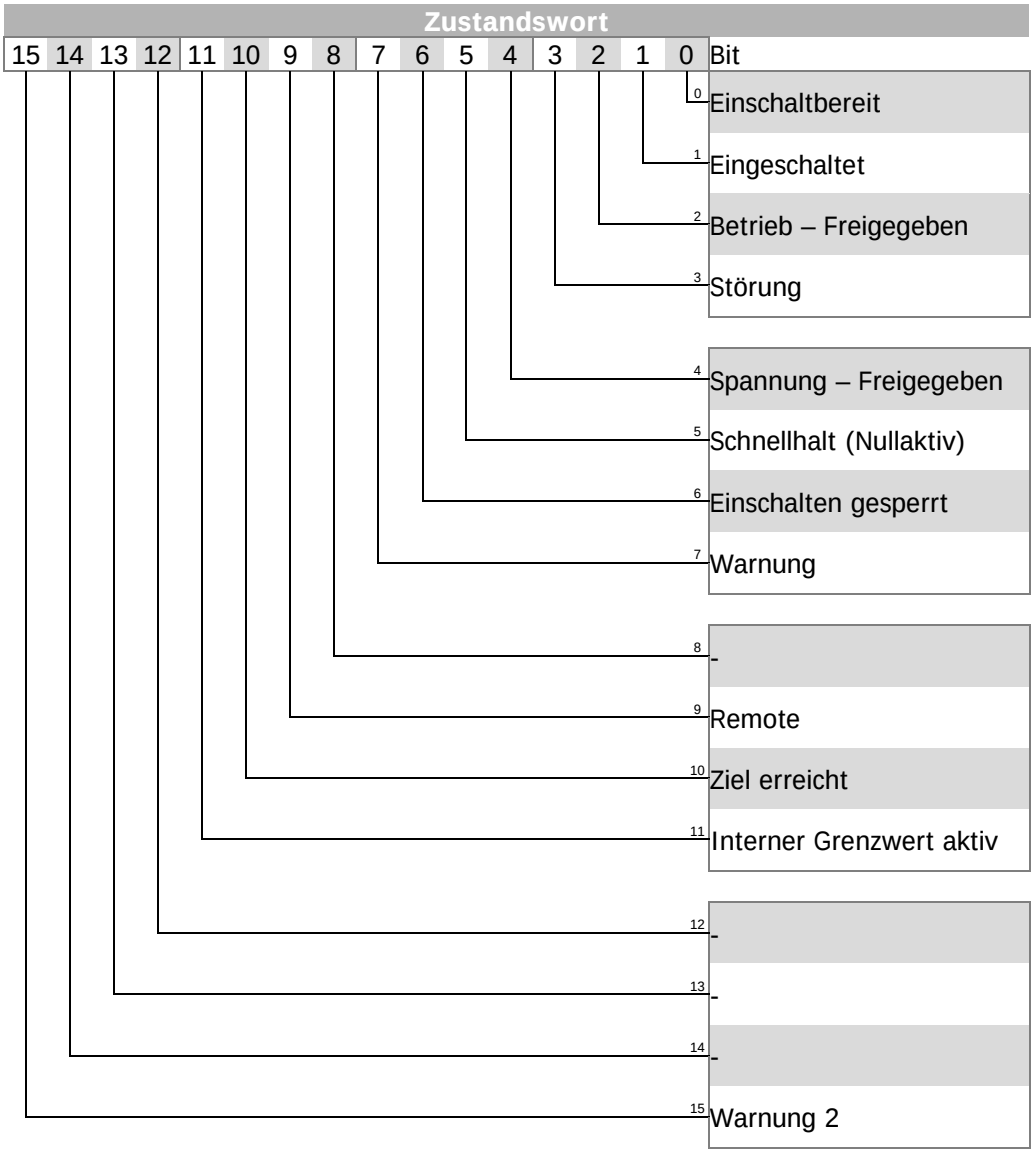
Über den Parameter *aktiver Datensatz* **249** kann der jeweils aktuell angewählte Datensatz ausgelesen werden. *Aktiver Datensatz* **249** gibt mit dem Wert 1, 2, 3 oder 4 den aktivierten Datensatz an. Dies ist unabhängig davon, ob die Datensatzumschaltung über Kontakteingänge oder *Datensatzanwahl* **414** erfolgt ist.

11.1 Steuerung über Kontakte / Remote-Kontakte

In der Betriebsart „Steuerung über Kontakte“ oder „Steuerung über Remote-Kontakte“ (Parameter *Local/Remote* **412** = 0 oder 2) wird der Frequenzumrichter direkt über die Digitaleingänge S1IND (STOA und STOB), S2IND bis EM-S3IND oder über die einzelnen Bits der virtuellen Digitalsignale im Steuerwort (*control word*) gesteuert. Die Bedeutung dieser Eingänge ist in der Betriebsanleitung zum Frequenzumrichter beschrieben.



Die über das Steuerwort eingestellten Digitaleingänge können mit Hilfe des Parameters *Digitaleingaenge* **250** überwacht werden. Digitaleingang S1IND wird nur angezeigt, wenn die Reglerfreigabe an STOA und STOB eingeschaltet ist **und** das Steuerwort (Bit 0) gesetzt wurde. Wenn die Datensatzumschaltung genutzt wird, stellen Sie bitte sicher, dass Parameter *Local/Remote* **412** in allen verwendeten Datensätzen auf „2 – Steuerung über Remote-Kontakte“ eingestellt ist.



Wird die Betriebsart „Steuerung über Remote-Kontakte“ genutzt, muss die Reglerfreigabe an STOA (Klemme X210A.3) und STOB (Klemme X210B.2) eingeschaltet sein **und** das Bit 0 des Steuerwortes gesetzt werden, um den Antrieb starten zu können.
Die Betriebsarten „Steuerung über Kontakte“ und „Steuerung über Remote-Kontakte“ unterstützen nur die Betriebsart „Geschwindigkeit“ (*mode of operation* „velocity mode“).

ACTIVE CUBE Frequenzumrichter unterstützen eine externe 24 V-Spannungsversorgung für die Steuerelektronik des Frequenzumrichters. Auch bei ausgeschalteter Netzspannung ist die Kommunikation zwischen der Steuerung (SPS) und dem Frequenzumrichter möglich.

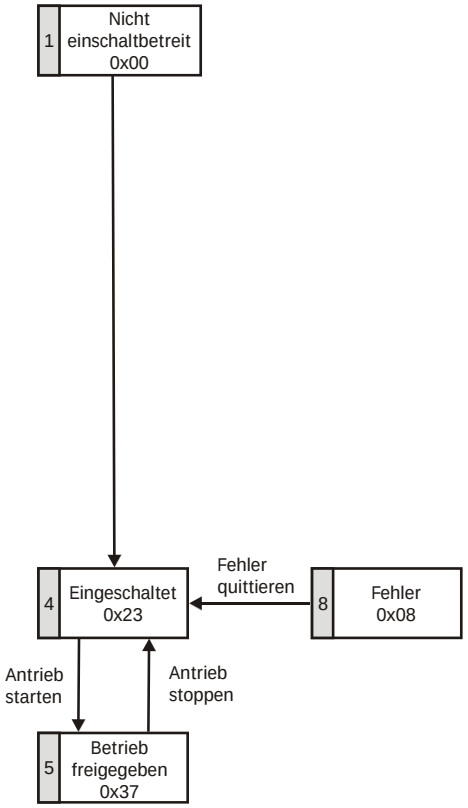
Das Bit 4 „Spannung – Freigegeben“ des Zustandswortes zeigt den aktuellen Status der Netzversorgung.

Bit 4 „Spannung – Freigegeben“ = 0 signalisiert „Keine Netzspannung“ und das Starten des Antriebs ist nicht möglich.

Bit 4 „Spannung – Freigegeben“ = 1 signalisiert „Netzspannung eingeschaltet“ und der Antrieb ist startbereit.

11.1.1 Geräte Statemachine

Statemachine:



Zustandswort	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Eingeschaltet	1	0	0	0	1	1
Betrieb freigegeben	1	1	0	1	1	1
Fehler	x	x	1	x	x	x

„x“ bedeutet beliebiger Wert.

Das Bit 7 „**Warnung“** kann zu beliebigen Zeitpunkten eine geräteinterne Warnmeldung anzeigen. Die Auswertung der aktuellen Warnung erfolgt durch Auslesen des Warnstatus mit Parameter *Warnungen* **270**.

Das Bit 10 „**Ziel erreicht**“ wird gesetzt, wenn der vorgegebene Sollwert erreicht wurde. Im Sonderfall Netzausfallstützung wird das Bit auch dann gesetzt, wenn die Netzausfallstützung die Frequenz 0 Hz erreicht hat (siehe Betriebsanleitung zum Frequenzumrichter).

Für „Sollwert erreicht“ gilt eine Hysterese (Toleranzbereich), die über den Parameter *max. Regelabweichung* **549** eingestellt werden kann (siehe Betriebsanleitung zum Frequenzumrichter).

Das Bit 11 „**Interner Grenzwert aktiv**“ zeigt an, dass eine interne Begrenzung aktiv ist. Dies kann beispielsweise die Strombegrenzung, die Drehmomentbegrenzung oder die Überspannungsregelung sein. Alle Funktionen führen dazu, dass der Sollwert verlassen oder nicht erreicht wird.

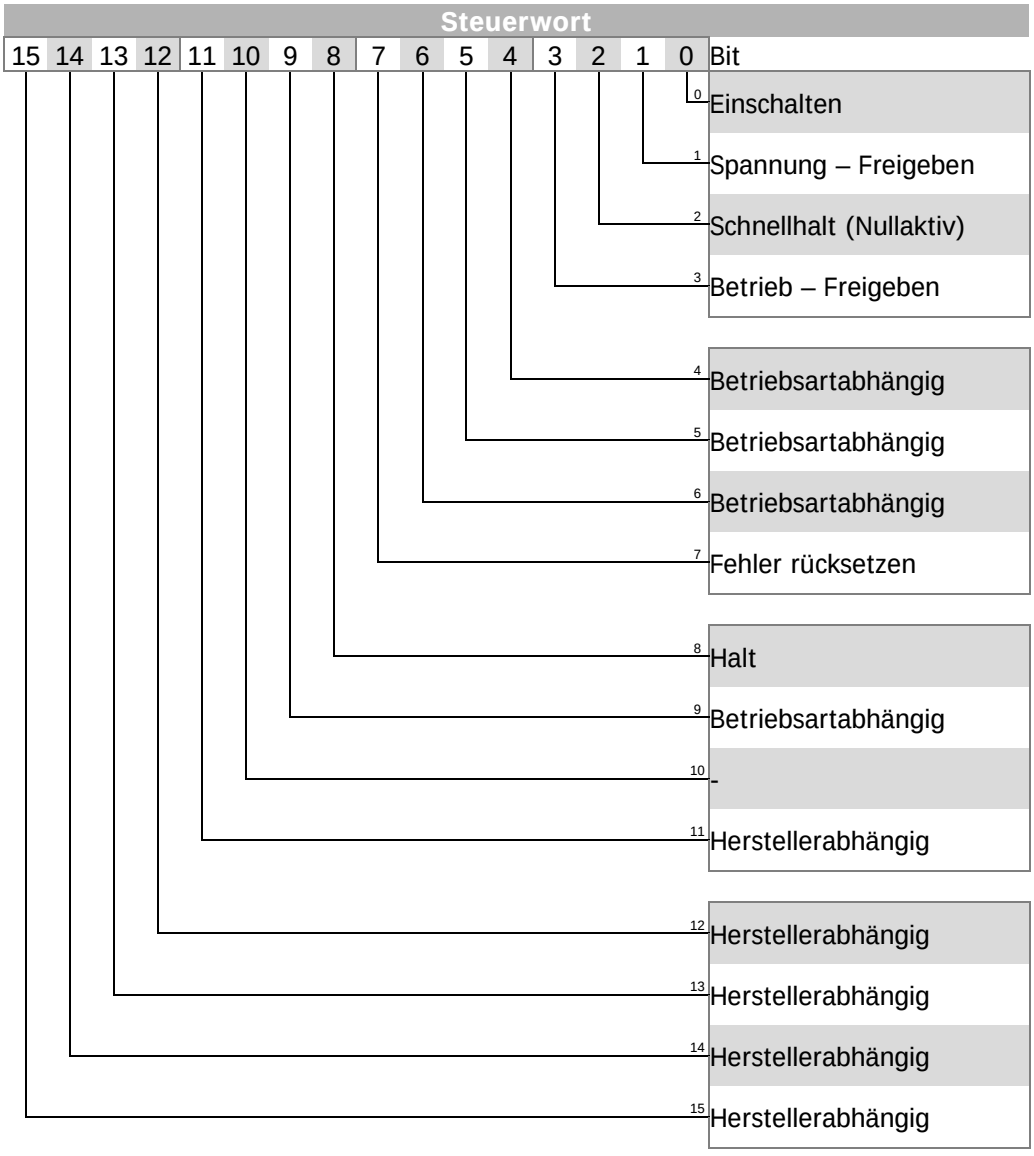
Das Bit 15 „**Warnung 2**“ meldet einen kritischen Betriebszustand, der innerhalb kurzer Zeit zu einer Störungsabschaltung des Frequenzumrichters führt. Dieses Bit wird gesetzt, wenn eine zeitverzögerte Warnung für Motor-Temperatur, Kühlkörper-/Innenraum-Temperatur, Ixt-Überwachung oder Netzphasenausfall anliegt.

11.2 Steuerung über Statemachine

In der Betriebsart „Steuerung über Statemachine“ (*Local/Remote* **412** = 1) wird der Frequenzumrichter über das Steuerwort (*control word*) der Statemachine angesteuert.

Der Übergang 4 zum Zustand „Betrieb freigegeben“ ist nur möglich, wenn:
- In einer Konfiguration für die Positioniersteuerung (Parameter *Konfiguration* **30** = x40) die Reglerfreigabe über STOA und STOB gesetzt ist.
- In anderen Konfigurationen (Parameter *Konfiguration* **30** ≠ x40) die Reglerfreigabe über STOA und STOB und einer der Digitaleingänge S2IND oder S3IND gesetzt ist. (Typischerweise: S2IND = Start Rechtslauf/S3IND = Start Linkslauf)

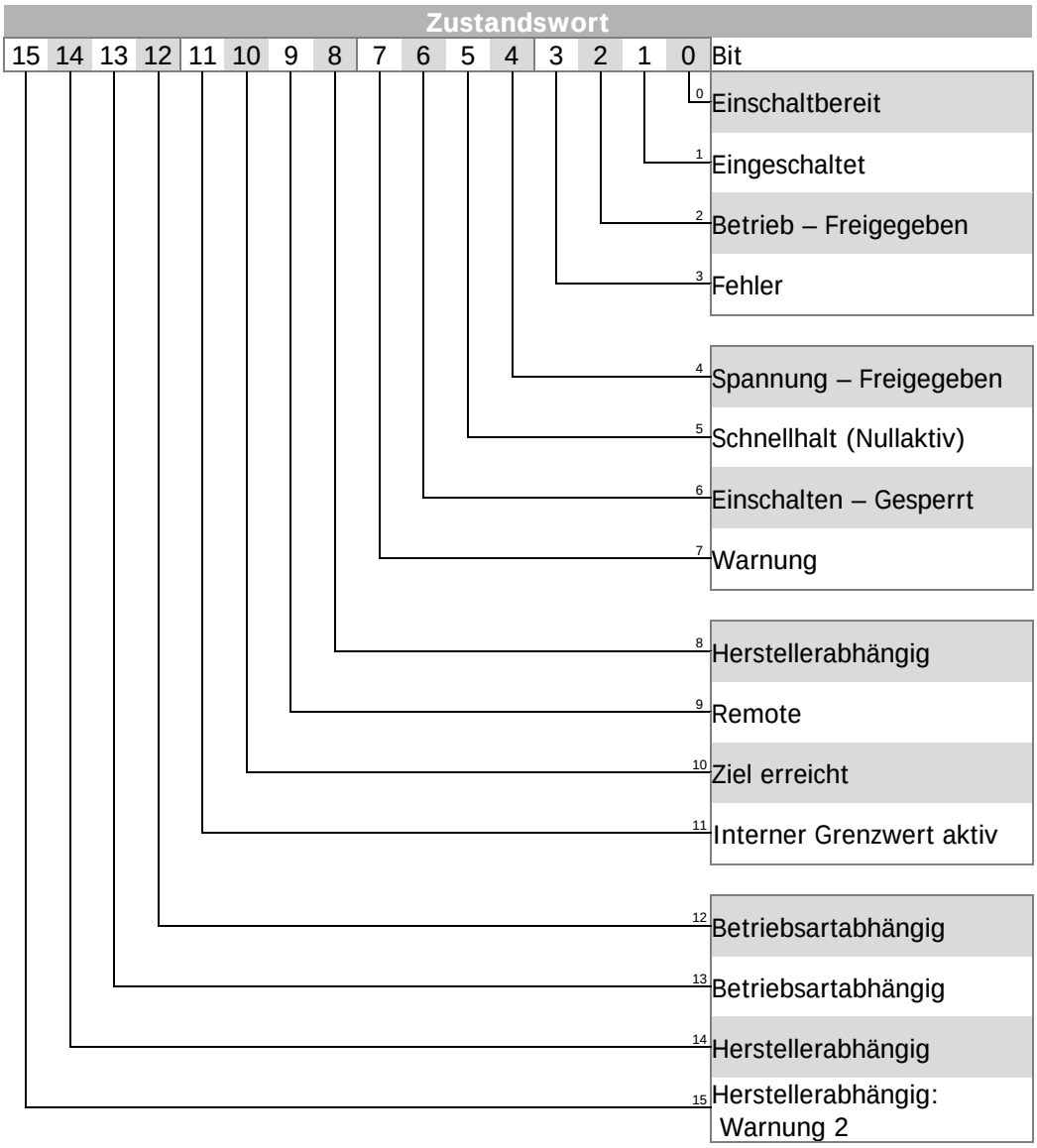
Der Parameter *Steuerwort* **410** (control word) ist für den Frequenzumrichter anwendbar, wenn der Parameter *Local/Remote* **412** auf „1 **–** Steuerung über Statemachine“ eingestellt ist.



Die Bits 9 ... 15 werden abhängig von der Konfiguration und von *Mode of Operation* genutzt.

Die Steuerwort-Bits 4, 5, 6 „Betriebsartabhängig“ und Bit 8 „Halt“ werden nur in den Konfigurationen der Positioniersteuerung genutzt (Parameter *Konfiguration* **30** = x40).

Der Istparameter *Zustandswort* **411** (status word) zeigt den aktuellen Betriebszustand.



Das Bit 14 wird nicht genutzt.

Die Zustandswort-Bits 12 und 13 „Betriebsartabhängig“ werden nur in den Konfigurationen der Positioniersteuerung genutzt (Parameter *Konfiguration* **30** = x40).

ACTIVE CUBE Frequenzumrichter unterstützen eine externe 24 V Spannungsversorgung für die Steuerelektronik des Umrichters. Auch bei ausgeschalteter Netzspannung ist die Kommunikation zwischen der Steuerung (SPS) und dem Frequenzumrichter möglich.

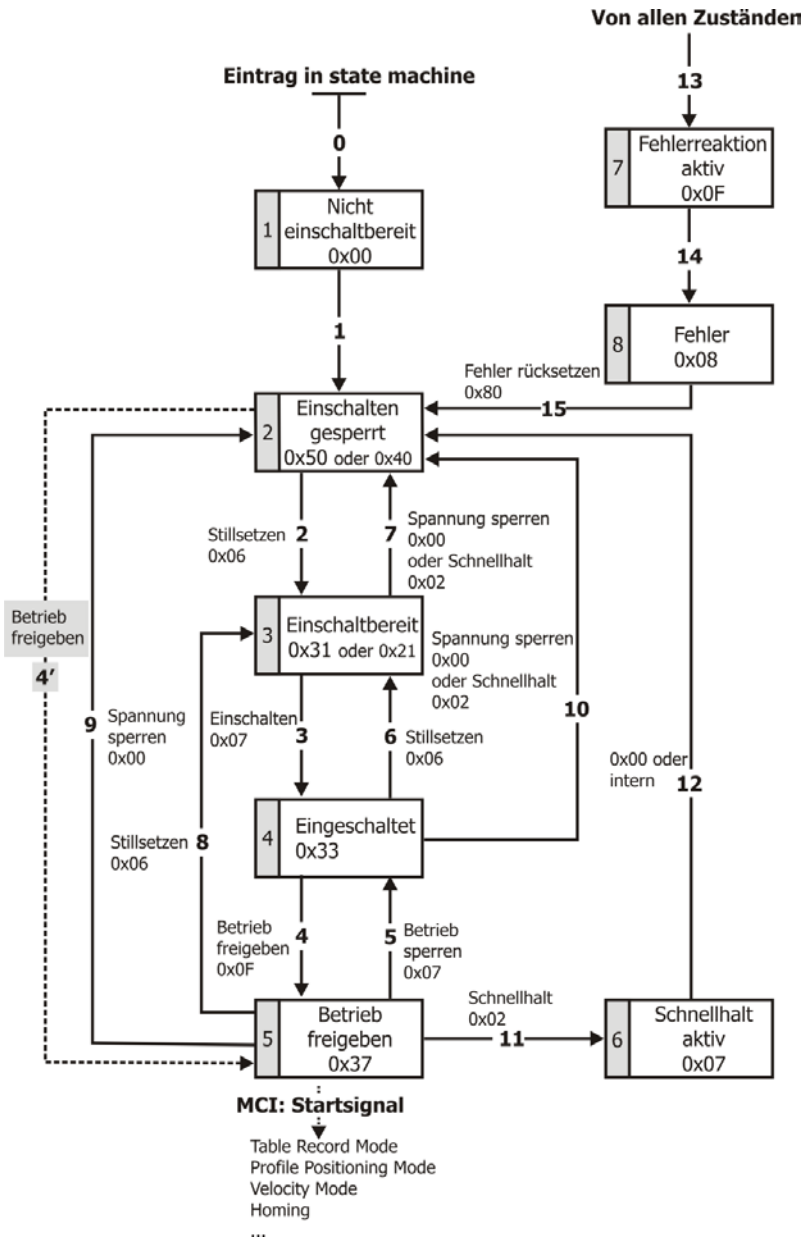
Das Bit 4 „Spannung – Freigegeben“ des Zustandswortes zeigt den aktuellen Status der Netzversorgung.

Bit 4 „Spannung – Freigegeben“ **= 0** signalisiert „Keine Netzspannung“ und das Starten des Antriebs ist nicht möglich.

Bit 4 „Spannung – Freigegeben“ **= 1** signalisiert „Netzspannung eingeschaltet“ und der Antrieb ist startbereit.

11.2.1 Statemachine diagram

Statemachine:



Steuerwort:
Die Befehle zur Gerätesteuerung werden durch die folgenden Bitmuster im Steuerwort ausgelöst.

Steuerwort

Befehl	Bit 7 **Fehler rücksetzen**	Bit 3 **Betrieb freigeben**	Bit 2 **Schnell-halt (Null-aktiv)**	Bit 1 **Spannung freigeben**	Bit 0 **Einschal-ten**	**Übergänge**
Stillsetzen	X	X	**1**	**1**	**0**	2, 6, 8
Einschalten	X	**0**	**1**	**1**	**1**	3
Betrieb freigeben	X	**1**	**1**	**1**	**1**	4
Spannung sperren	X	X	X	0	X	7, 9, 10, 12
Schnellhalt (Nullaktiv)	X	X	**0**	**1**	X	7, 10, 11
Betrieb sperren	X	**0**	**1**	**1**	**1**	5
Fehler rücksetzen	**0 ⇨ 1**	x	x	x	x	15

„X“ bedeutet beliebiger Wert.

Der Übergang 3 (Befehl „Einschalten“ [0x07]) wird nur verarbeitet, wenn das Bit 4 „Spannung freigegeben“ des Zustandsworts gesetzt ist.

Der Übergang 4 (Befehl „Betrieb freigeben“ [0xF]) wird nur verarbeitet, wenn die Freigabe über die Hardware-Kontakte STO gesetzt ist.
Ist die Hardware-Freigabe über STO nicht gesetzt, bleibt der Frequenzumrichter im Zustand „Eingeschaltet“ [0x33] bis die Hardware-Freigabe über STO anliegt.
Im Zustand „Betrieb freigegeben“ [0x37] wird beim Rücksetzen der Hardware-Freigabe über STO intern in den Zustand „Eingeschaltet“ [0x33] gewechselt.

In Konfigurationen **mit** Positioniersteuerung (Parameter *Konfiguration* **30** = x40) muss folgendes beachtet werden:

- Der Übergang **4’** ist **nicht** verfügbar.
- Im Status „5-Betrieb freigegeben [0x37]“ muss ein zusätzliches Startsignal über Bits aus dem „High-Byte“ des Steuerwortes gegeben werden, um eine Bewegung des Motors zu starten. Das Startsignal für dieses „Motion Control Interface“ (MCI) ist im Kapitel 11.4 beschrieben. Für den Wechsel in andere MCI-Betriebsarten steht der Parameter *Override Modes Of Operation* **1454** zur Verfügung.
- Digitaleingänge (STOA und STOB) müssen gesetzt werden. Start Rechtslauf und Start Linkslauf haben in diesen Konfigurationen keine Funktion.

In Konfigurationen **ohne** Positioniersteuerung (Parameter *Konfiguration* **30** ≠ x40) muss folgendes beachtet werden:

- Der Übergang **4’** ist verfügbar und wird nur verarbeitet, wenn das Bit 4 „Spannung freigegeben“ des Zustandsworts gesetzt ist. Diese Funktion ist abwärtskompatibel mit älteren Softwareversionen.
- Der Frequenzumrichter kann nur gesteuert werden, wenn die logische Verknüpfung wahr ist. Die logischen Eingänge für Start Rechtslauf und Start Linkslauf können direkt mit „Ein“ oder „Aus“ verbunden werden (Parameter *Start-rechts* **68** und *Start-links* **69**).

  Digitaleingänge (STOA und STOB) müssen gesetzt werden.

  Damit ergibt sich:

  Freigabe: (= STOA und STOB) **UND** (Start Rechtslauf **ODER** Start Linkslauf)

Zustandswort:
Das Zustandswort (*status word*) zeigt den Betriebszustand.

Zustandswort

Zustand	Bit 6 **Einschalten gesperrt**	Bit 5 **Schnell-halt (Null-aktiv)**	Bit 3 **Fehler**	Bit 2 **Betrieb frei-gegeben**	Bit 1 **Einge-schaltet**	Bit 0 **Einschaltbe-reit**
Einschalten gesperrt	**1**	X	**0**	**0**	**0**	**0**
Einschaltbereit	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**
Eingeschaltet	**0**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**
Betrieb freigegeben	**0**	**1**	**0**	**1**	**1**	**1**
Schnellhalt aktiv	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**
Fehlerreaktion aktiv	**0**	X	**1**	**1**	**1**	**1**
Fehler	**0**	X	**1**	**0**	**0**	**0**

„X“ bedeutet beliebiger Wert.

Das Bit 7 **„Warnung“** meldet einen kritischen Betriebszustand, der innerhalb kurzer Zeit zu einer Störungsabschaltung des Frequenzumrichters führt. Dieses Bit wird gesetzt, wenn eine zeitverzögerte Warnung für Motor-Temperatur, Kühlkörper-/Innenraum-Temperatur, Ixt-Überwachung oder Netzphasenausfall anliegt.

Das Bit 9 **„Remote“** wird gesetzt, wenn die Betriebsart auf Steuerung über Statemachine (*Local/Remote* **412** = 1) gesetzt ist **und** die Reglerfreigabe eingeschaltet ist.

Das Bit 10 **„Ziel erreicht“** wird gesetzt, wenn der eingestellte Sollwert erreicht wird.
In Konfigurationen ohne Positioniersteuerung (Parameter *Konfiguration* **30** ≠ x40) bezieht sich „Ziel erreicht“ auf Parameter *Override Target Velocity vl [rpm]* **1459** (Zielgeschwindigkeit). Im Sonderfall Netzausfallstützung wird das Bit auch dann gesetzt, wenn die Netzausfallstützung die Frequenz 0 Hz erreicht hat (siehe Betriebsanleitung zum Frequenzumrichter).
Für „Sollwert erreicht“ gilt eine Hysterese (Toleranzbereich), die über den Parameter *max. Regelabweichung* **549** eingestellt werden kann (siehe Betriebsanleitung zum Frequenzumrichter).

Das Bit 11 **„Interner Grenzwert aktiv“** zeigt an, dass eine interne Begrenzung aktiv ist. Dies kann beispielsweise die Strombegrenzung, die Drehmomentbegrenzung oder die Überspannungsregelung sein. Alle Funktionen führen dazu, dass der Sollwert verlassen oder nicht erreicht wird.

Das Bit 15 „**Warnung 2**“ meldet einen kritischen Betriebszustand, der innerhalb kurzer Zeit zu einer Störungsabschaltung des Frequenzumrichters führt. Dieses Bit wird gesetzt, wenn eine zeitverzögerte Warnung für Motor-Temperatur, Kühlkörper-/Innenraum-Temperatur, Ixt-Überwachung oder Netzphasenausfall anliegt.

11.3 Konfigurationen ohne Positioniersteuerungen

In Konfigurationen ohne Positioniersteuerung (*Konfiguration* **30** ≠ x40) ist der Parameter *Override Modes Of Operation* **1454** fest auf „2 - *velocity mode*“ (Betriebsart „Geschwindigkeit“) eingestellt. Diese Einstellung kann nicht geändert werden.

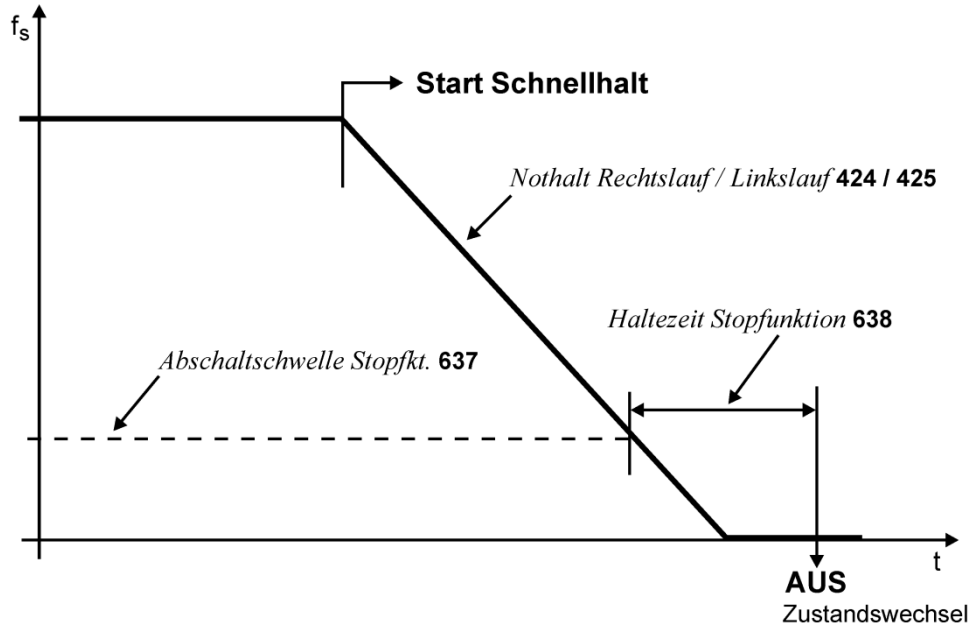
Zugehörige Parameter:

410	*Steuerwort*
411	*Zustandswort*
1459	*Override Target velocity vl [rpm]*
240	*Istdrehzahl*
418	*Minimale Frequenz*
419	*Maximale Frequenz*
420	*Beschleunigung (Rechtslauf)*
422	*Beschleunigung (Linkslauf)*
421	*Verzoegerung (Rechtslauf)*
423	*Verzoegerung (Linkslauf)*
424	*Nothalt (Rechtslauf)*
425	*Nothalt (Linkslauf)*

Die Verrundungszeiten werden über Parameter **430**...**433** vorgegeben.

11.3.1 Verhalten bei Schnellhalt

Hierbei sind die Parameter *Abschaltschwelle Stopfkt.* **637** (Prozentwert von Parameter *maximale Frequenz* **419**) und *Haltezeit Stopfunktion* **638** (Haltezeit nach Unterschreiten der Abschaltschwelle) relevant.
Die Schnellhaltrampen werden über die Parameter *Nothalt Rechtslauf* **424** und *Nothalt Linkslauf* **425** eingestellt.



Ist während der Abschaltzeit die Frequenz/Drehzahl Null erreicht, wird der Antrieb weiterhin bestromt, bis die Abschaltzeit abgelaufen ist. Mit dieser Maßnahme wird sichergestellt, dass beim Zustandswechsel der Antrieb steht.

Das Verhalten bei Schnellhalt ist nur für Konfigurationen ohne Positioniersteuerung relevant (Parameter *Konfiguration* **30** ≠ x40).

11.3.2 Verhalten bei Übergang 5 (Betrieb sperren)

Das Verhalten im Übergang 5 von „Betrieb freigegeben“ nach „Eingeschaltet“ ist über den Parameter *Uebergang 5* **392** parametrierbar.

Parameter		Einstellung		
Nr.	**Beschreibung**	**Min.**	**Max.**	**Werkseinst.**
392	Übergang 5	0	2	2

Betriebsart	Funktion
0 -Freier Auslauf	Sofortiger Übergang von „Betrieb freigegeben“ nach „Eingeschaltet“, freier Auslauf des Antriebs.
1 -Gleichstrombremse	Aktivierung Gleichstrombremse, mit dem Ende der Gleichstrombremsung erfolgt der Wechsel von „Betrieb freigegeben“ nach „Eingeschaltet“.
2 -Rampe	Übergang mit normaler Rampe, nach Erreichen des Stillstands erfolgt der Wechsel von „Betrieb freigegeben“ nach „Eingeschaltet“.

Die Einstellung 1 „Gleichstrombremse“ ist nur bei Anwendungen mit U/f-Kennliniensteuerung (beispielsweise Konfiguration 110) möglich. Andere Konfigurationen unterstützen diese Betriebsart nicht.
Wird der Frequenzumrichter mit einer Konfiguration betrieben, welche die Betriebsart „Gleichstrombremse“ nicht unterstützt (beispielsweise Konfiguration 210, Feldorientierte Regelung), kann der Wert „1“ nicht eingestellt werden.
Die Betriebsart wird in diesem Fall auch nicht in den Auswahlmenüs der Bedieneinheit sowie der Bediensoftware VPlus angeboten.

Die Werkseinstellung für *Uebergang 5* **392** ist die Betriebsart „2 - Rampe“. Für Konfigurationen mit Drehmomentregelung ist die Werkseinstellung „0 - freier Auslauf“.
Bei einem Umschalten der Konfiguration wird gegebenenfalls der Einstellwert für *Übergang 5* **392** geändert.

Das Verhalten im Übergang 5 ist nur für Konfigurationen ohne Positioniersteuerung relevant (Parameter *Konfiguration* **30** ≠ x40).

Ist *Uebergang 5* **392** mit „1 - Gleichstrombremse“ ausgelöst worden, wird erst nach dem Abschluss des Übergangsvorgangs ein neues Steuerwort akzeptiert. Der Zustandswechsel von „Betrieb freigegeben“ nach „Eingeschaltet“ erfolgt nach Ablauf der für die Gleichstrombremse parametrierten *Bremszeit* **632.**

Ist der Parameter *Uebergang 5* **392** = „2 - Rampe“ eingestellt, kann während des Herunterfahrens des Antriebs das Steuerwort wieder auf „Betrieb freigeben“ gesetzt werden. Damit läuft der Antrieb wieder auf seinen eingestellten Sollwert hoch und verbleibt im Zustand „Betrieb freigegeben“.

Der Zustandswechsel von „Betrieb freigegeben“ nach „Eingeschaltet“ erfolgt nach Unterschreiten der eingestellten Abschaltschwelle und nach Ablauf der eingestellten Haltezeit (äquivalent zum Verhalten bei Schnellhalt). Hierbei sind die Parameter *Abschaltschwelle Stopfkt.* **637** (Prozentwert von Parameter *maximale Frequenz* **419**) und *Haltezeit Stopfunktion* **638** (Haltezeit nach Unterschreiten der Abschaltschwelle) relevant.

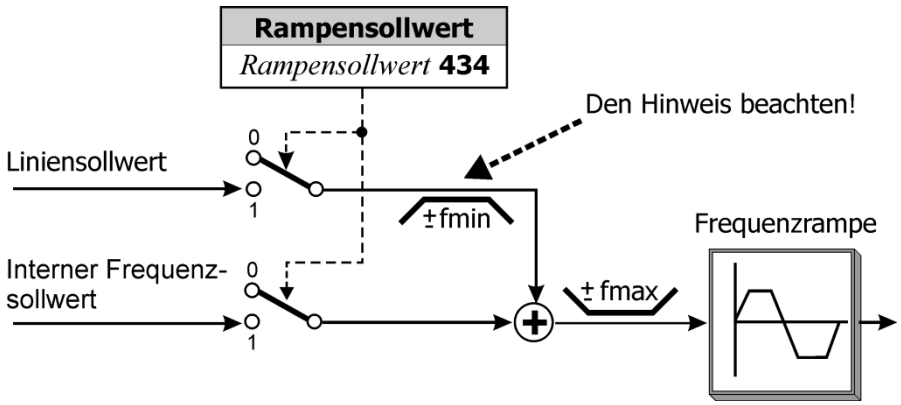
11.3.3 Sollwert / Istwert

Die Steuerung (SPS) kann abhängig von den Einstellungen des Local/Remote sowie des Modes of Operations den Frequenz-Sollwert für den Frequenzumrichter über den Parameter *Frequenzsollwert RAM [Hz]* **484** oder *Override Target Velocity vl [rpm]* **1459** vorgeben und den Istwert über den Parameter *Istdrehzahl* **240** empfangen.

Die Nutzung des Soll-/Istwertkanals ist abhängig von der eingestellten Konfiguration (Regelverfahren). Der Istwert wird entsprechend dem benutzten Regelverfahren erzeugt.

Der Sollwert im Parameter *Override Target Velocity vl [rpm]* **1459** und der Istwert im Parameter *Istdrehzahl* **240** werden als Werte mit der Einheit [min^{-1}] interpretiert. Die Umrechnung in einen Frequenzwert (Sollwert) oder aus einem Frequenzwert (Istwert) erfolgt im Frequenzumrichter.
Die Eingabe für den Parameter *Frequenzsollwert RAM [Hz]* **484** erfolgt direkt in [Hz].

Der Sollwert für den Frequenzumrichter aus dem Parameter *Frequenzsollwert RAM [Hz]* **484** oder *Override Target Velocity vl [rpm]* **1459** wird mit dem Liniensollwert verbunden. Dieser Sollwert wird mit dem internen Sollwert aus dem Frequenzsollwertkanal kombiniert und auf die Rampe geführt. Der Frequenzsollwertkanal ist in der Betriebsanleitung zum Frequenzumrichter beschrieben.



Prozentsollwert **524** kann für das reguläre Verändern eines Prozentsollwertes verwendet werden, z. B. als Sollwert für Technologieregler oder als Drehmomentsollwert.

Parameter		Einstellung		
Nr.	**Beschreibung**	**Min.**	**Max.**	**Werkseinst.**
434	Rampensollwert	1	3	3
484	Frequenzsollwert RAM [Hz]	-999,99	999,99	0,00
524	Prozentsollwert RAM [%]	-300,00	300,00	0,00

Betriebsart 434	Funktion
1 -Interner Frequenzsollwert	Der interne Frequenzsollwert wird aus dem Frequenzsollwertkanal gebildet.
2 -Liniensollwert	Der Sollwert kommt von extern über den Bus.
3 -Interner Frequenzsollwert + Liniensollwert	Vorzeichenrichtige Addition von internem Frequenzsollwert und Liniensollwert.

Diese Funktion ist nur für Konfigurationen ohne Positioniersteuerung relevant (Parameter *Konfiguration* **30** ≠ x40).

Ist *Rampensollwert* **434** = 2 (nur Liniensollwert) wird dieser Wert auf fmin begrenzt. Das Vorzeichen für fmin bei Sollwert = 0 wird aus dem Vorzeichen des letzten Liniensollwertes, der ungleich 0 war, abgeleitet.
Nach Netz-Ein wird der Liniensollwert auf +fmin begrenzt.

Für *Rampensollwert* **434** = 3 ergibt sich das Vorzeichen des Gesamtsollwertes aus der Summe von internem Frequenzsollwert und Liniensollwert.

Die Sollwerte können per Bedieneinheit oder über die Bediensoftware VPlus am Frequenzumrichter über folgende Parameter kontrolliert werden:

Istwerte		
Parameter	**Inhalt**	**Format**
Sollfrequenz intern **228**	Interner Sollwert aus Frequenzsollwertkanal	xxx.xx Hz
Sollfrequenz Bus **282**	Liniensollwert vom Feldbus	xxx.xx Hz
Sollfrequenz Rampe **283**	Summe interner Frequenzsollwert + Liniensollwert	xxx.xx Hz

11.3.4 Sequenz Beispiel

In Konfigurationen ohne Positioniersteuerung (*Konfiguration* **30** ≠ x40) muss die korrekte Sequenz von der SPS gesendet werden:

1	Steuerwort =	0x0000	Spannung sperren
2	Steuerwort =	0x0006	Stillsetzen
3	Steuerwort =	0x0007	Einschalten
4	Steuerwort =	0x000F	Betrieb freigeben

ODER

1	Steuerwort =	0x0000	Spannung sperren
2	Steuerwort =	0x000F	Betrieb freigeben

In Konfigurationen ohne Positioniersteuerung (*Konfiguration* **30** ≠ x40) kann die zweite (verkürzte) Sequenz verwendet werden, da der Übergang **4'** in diesen Konfigurationen zur Verfügung steht.

11.4 Konfigurationen mit Positioniersteuerung

⚠ WARNUNG

Gefährlicher Zustand durch neuen Modus!

Wird *Override Modes Of Operation* **1454** im Betrieb geändert (Steuerwort = 0xnnnF), kann im neuen Modus ein gefährlicher Zustand auftreten.

- Vor einem Wechsel von *Override Modes Of Operation* **1454** das Zustandswort überprüfen (beispielsweise auf Zustand 0xnn33).

Definition Motion Control

Für die volle Funktion des Motion Control Interfaces/Motion Control Override müssen Sie *Local/Remote* **412** = „1-Steuerung über Statemachine“ setzen. In anderen Betriebsarten des Parameters *Local/Remote* **412** sind starke Einschränkungen vorhanden. Die Beschreibung dieses Kapitels und aller verwendeten Objekte basiert auf der Einstellung *Local/Remote* **412** = „1-Steuerung über Statemachine“.

Einstellung *Local/Remote* **412** ≠ 1 sind im Anwendungshandbuch „Positionierung“ beschrieben.

Die Funktion der Statemachine beschreibt das grundlegende Betriebsverhalten des Frequenzumrichters in Konfigurationen mit Positioniersteuerung (*Konfiguration* **30** = x40). Die in Kapitel 11.2 „Steuerung über Statemachine“ beschriebenen Parameter *Steuerwort* **410** (control word) und *Zustandswort* **411** (status word) unterstützen die Bits, die als betriebsartabhängig (operation mode specific) gekennzeichnet sind.
Diese Bits und das Bit „Target reached“ (Ziel erreicht) haben in den verschiedenen Betriebsarten der Positioniersteuerung – festgelegt durch *Override Modes Of Operation* **1454** – unterschiedliche Bedeutungen. Die folgenden Kapitel beschreiben die Anwendung der betriebsartabhängigen Bits im Steuerwort (*control word*) und Zustandswort (*status word*) in Abhängigkeit von den verschiedenen Betriebsarten der Positioniersteuerung. Der voreingestellte Wert von *Override Modes Of Operation* **1454** ist „2 – velocity mode“.

Grundlegende Funktionen:

Die Statemachine muss auf „Betrieb freigegeben“ (operation enabled) eingestellt sein, bevor ein Positionierbefehl über die betriebsartabhängigen Bits des Steuerwortes (*control word*) gegeben werden kann.

Die als betriebsartabhängig (operation mode specific) gekennzeichneten Bits im Steuerwort (*control word*) und Zustandswort (*status word*) werden nur in Konfigurationen mit Positioniersteuerung (*Konfiguration* **30** = x40) unterstützt.

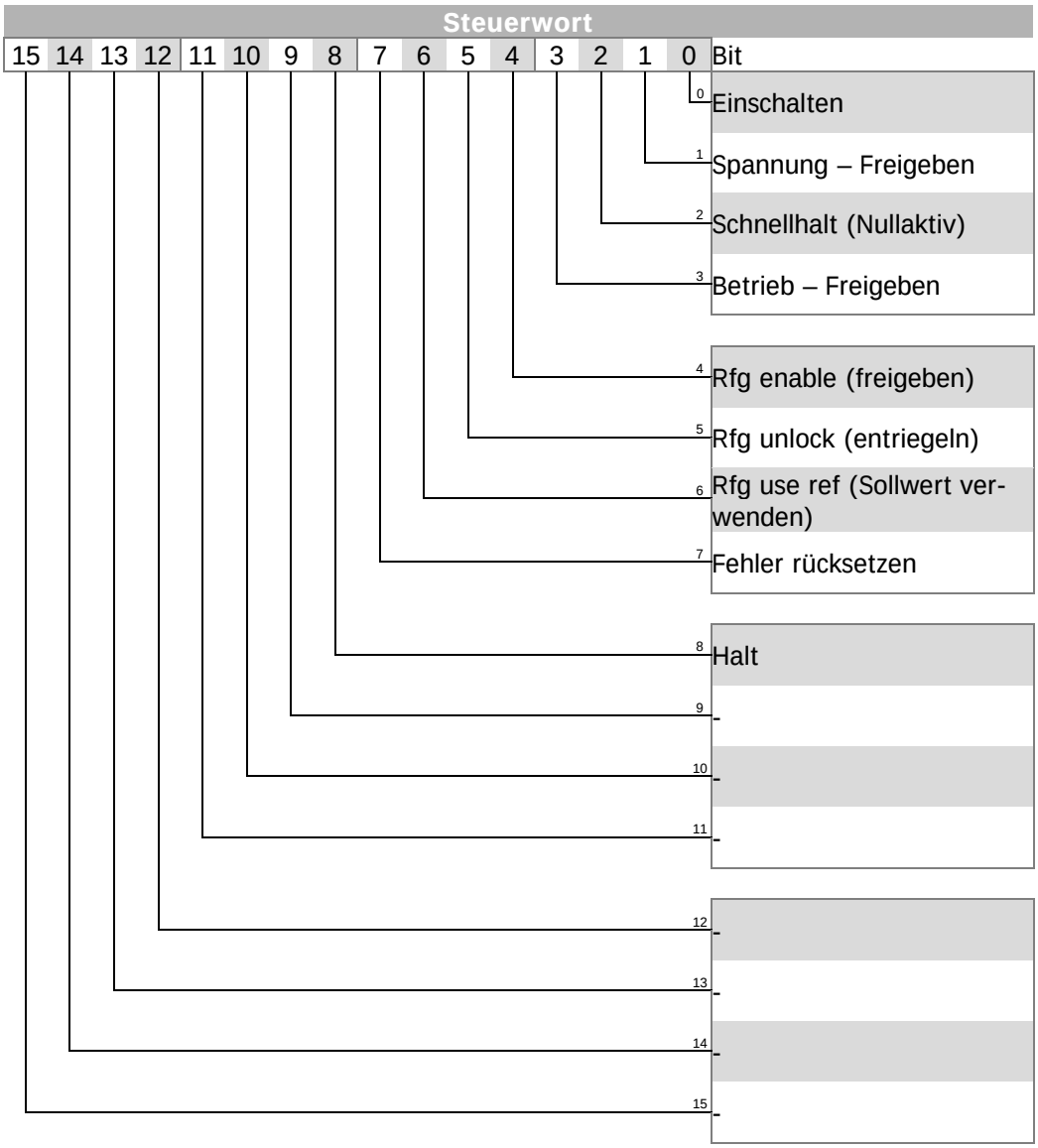
11.4.1 Velocity mode [rpm] (Betriebsart Geschwindigkeit)

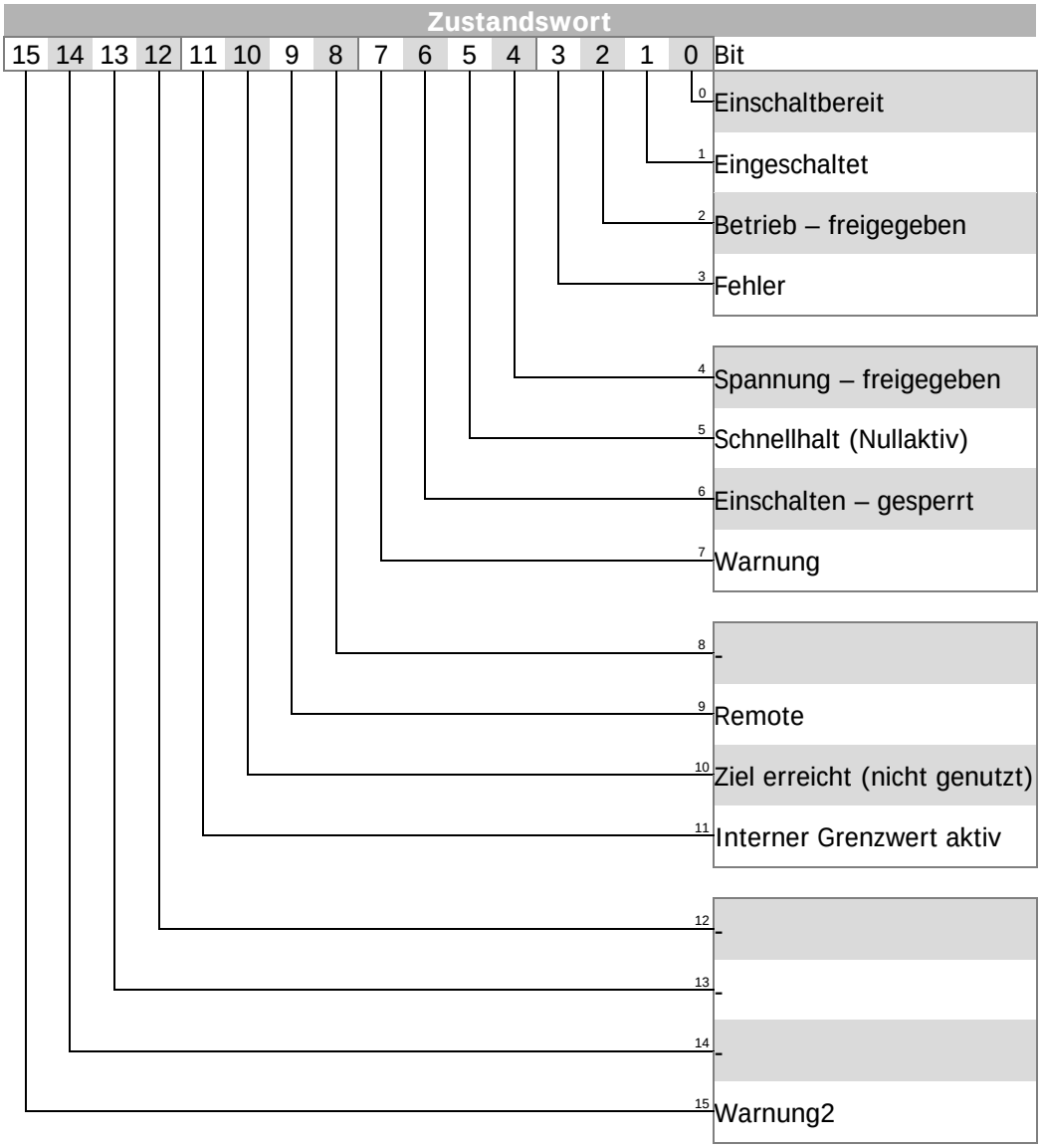
Die Betriebsart „velocity mode“ (Geschwindigkeit) kann über Parameter *Override Modes Of Operation* **1454** = **2** gewählt werden.
In der Betriebsart „velocity mode“ (Geschwindigkeit) steuern die betriebsartabhängigen Bits des Steuerwortes (*control word*) den Rampengenerator (RFG – Ramp Function Generator). Die Funktion ist im Blockschaltbild dargestellt.

Zugehörige Parameter:

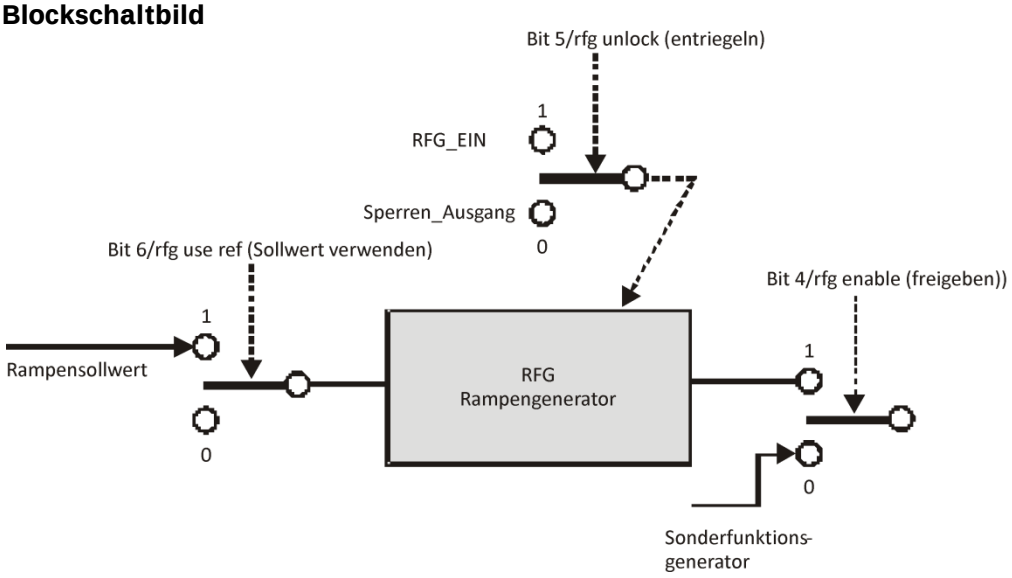
410	*Steuerwort*
411	*Zustandswort*
1459	*Override Target velocity vl [rpm]*
240	*Istdrehzahl*
418	*Minimale Frequenz*
419	*Maximale Frequenz*
420	*Beschleunigung (Rechtslauf)*
422	*Beschleunigung (Linkslauf)*
421	*Verzoegerung (Rechtslauf)*
1454	*Override Modes Of Operation*

Die Verrundungszeiten werden über Parameter **430**...**433** vorgegeben.




Zustandswort
15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 Bit
0 Einschaltbereit
1 Eingeschaltet
2 Betrieb – freigegeben
3 Fehler
4 Spannung – freigegeben
5 Schnellhalt (Nullaktiv)
6 Einschalten – gesperrt
7 Warnung
8 -
9 Remote
10 Ziel erreicht (nicht genutzt)
11 Interner Grenzwert aktiv
12 -
13 -
14 -
15 Warnung2

Blockschaltbild



Bit 4:rfg enable (freigeben)

Rfg enable = 0 Der Drehzahlsollwert stammt aus einer herstellerspezifischen Sonderfunktion.

Rfg enable = 1 Der Drehzahlsollwert entspricht dem Rampenausgang.

Die Sonderfunktion wird nur ausgewertet, wenn *Q. Special Function Generator* **1299** ungleich „9-Null“ eingestellt ist.
Ist *Q. Special Function Generator* **1299** gleich „9-Null“ eingestellt wird immer der Wert des Rampenausgangs verwendet.

Ist Sonderfunktionsgenerator *Q. Special Function Generator* **1299** ungleich „9-Null“ eingestellt, wird bei Bit 4 „rfg enable“ = 1 ebenfalls der Sollwert aus dem Rampenausgang verwendet und bei Bit 4 „rfg enable“ = 0 der Sollwert aus der in *Q. Special Function Generator* **1299** definierten Quelle.

Sollwertquelle

	1299 *Q. Special Function Generator* ungleich „9-Null“	**1299** *Q. Special Function Generator* = „9-Null“
Bit 4 rfg enable = 0	Sollwert aus Spezialfunktion	Sollwert aus Rampenausgang
Bit 4 rfg enable = 1	Sollwert aus Rampenausgang	

Bit 5:rfg unlock (entriegeln)

Rfg unlock = 0 Die letzte Geschwindigkeit wird gehalten und genutzt.
Rfg unlock = 1 Die Rampenfunktion ist aktiv und ändert sich entsprechend des Sollwertes und der Rampe.

Bit 6: rfg use ref (Sollwert verwenden)

Rfg use ref = 0 Der Sollwert „0“ wird verwendet.
Rfg use ref = 1 Der Sollwert aus *Override Target Velocity vl [rpm]* **1459** wird verwendet.

Bit 8: Halt

HALT = 0 → Positionierung ausführen.
HALT = 1 → Achse anhalten. (Der Frequenzumrichter bleibt im Zustand „Betrieb freigegeben“.)

11.4.1.1 Sequenz Beispiel

Um den “velocity mode“ zu starten, muss die korrekte Sequenz von der SPS gesendet werden.

1	Steuerwort =	0x0000	Spannung sperren
1	Zustandswort =	0x0050	Einschalten gesperrt
2	Modes of Operation =	2	(Velocity mode)
3	Steuerwort =	0x0006	Stillsetzen
	Zustandswort =	0x0031	Einschaltbereit
4	Steuerwort =	0x0007	Einschalten
	Zustandswort =	0x0033	Eingeschaltet
5	Steuerwort =	0x000F	Betrieb freigeben, keine Änderung zum vorherigen Status falls bereits eingeschaltet.
	Zustandswort =	0xnn37	Betrieb freigegeben
6a	Steuerwort =	0x007F	Startet „Velocity mode“ mit Sollwert aus Parameter *Override Target Velocity vl [rpm]* **1459**.
	Zustandswort =	0xnn37	Betrieb freigegeben
6b	Steuerwort =	0x006F	**1299** *Q. Special Function Generator*: = “9-Null“ ➔ Startet „Velocity mode“ mit Sollwert aus Parameter *Override Target Velocity vl [rpm]* **1459**. **1299** *Q. Special Function Generator*: ungleich “9-Null“ ➔ Startet mit Sollwert der Quelle aus **1299** *Q. Special Function Generator*
	Zustandswort =	0xnn37	Betrieb freigegeben
6c	Steuerwort =	0x003F	Startet „Velocity mode“ mit Sollwert „0“
	Zustandswort =	0xnn37	Betrieb freigegeben
6d	Steuerwort =	0x002F	**1299** *Q. Special Function Generator*: = “9-Null“ ➔ Startet „Velocity mode“ mit Sollwert „0“ **1299** *Q. Special Function Generator*: ungleich “9-Null“ ➔ Startet mit Sollwert der Quelle aus **1299** *Q. Special Function Generator*
	Zustandswort =	0xnn37	Betrieb freigegeben
6e	Steuerwort =	0x005F	Startet „Velocity mode“ mit aktueller Geschwindigkeit – eine laufende Rampe wird abgebrochen.
	Zustandswort =	0xnn37	Disable voltage
6f	Steuerwort =	0x004F	**1299** *Q. Special Function Generator*: = “9-Null“ ➔ Startet „Velocity mode“ mit aktueller Geschwindigkeit – eine laufende Rampe wird abgebrochen. **1299** *Q. Special Function Generator*: ungleich “9-Null“ ➔ Startet mit Sollwert aus Quelle aus **1299** *Q. Special Function Generator*
	Zustandswort =	0xnn37	Disable voltage
7	Steuerwort =	0x01xx	HALT: Der Antrieb wird mit Rampe aus Parameter *Verzoegerung Rechtslauf* **421** bzw. *Verzoegerung Linkslauf* **423** abgebremst.
	Zustandswort =	0xnn37	Betrieb freigegeben

⚠ WARNUNG

Gefährlicher Zustand durch neuen Modus!

Wird *Override Modes Of Operation* **1454** im Betrieb geändert (Steuerwort = 0xnnnF), kann im neuen Modus ein gefährlicher Zustand auftreten.

- Vor einem Wechsel von *Override Modes Of Operation* **1454** das Zustandswort überprüfen (beispielsweise auf Zustand 0xnn33).

Nachdem die Sequenz der ersten vier Steuerwörter korrekt abgearbeitet wurde, ist das ACU betriebsbereit (dunkel markierter Tabellenbereich).
Im Zustand „Betrieb freigegeben“ (0xnnnF) kann der Zustand des Motion Control geändert werden (weiß markierter Tabellenbereich).
Mit dem Steuerwort-Übergang von 0x00nF zu 0x000F wird der „Velocity mode“ gestoppt. Anschließend kann über 0x00nF der Modus erneut gestartet werden.
Solange 0x0007 aktiv ist, kann auch der „Modes of Operation“ ohne Gefahr geändert werden. Nachdem *Override Modes Of Operation* **1454** auf einen anderen Wert gesetzt wurde, kann der Betrieb mit einer entsprechenden Sequenz gestartet werden.

11.4.2 Profile Velocity mode [u/s] (Betriebsart Geschwindigkeit pv)

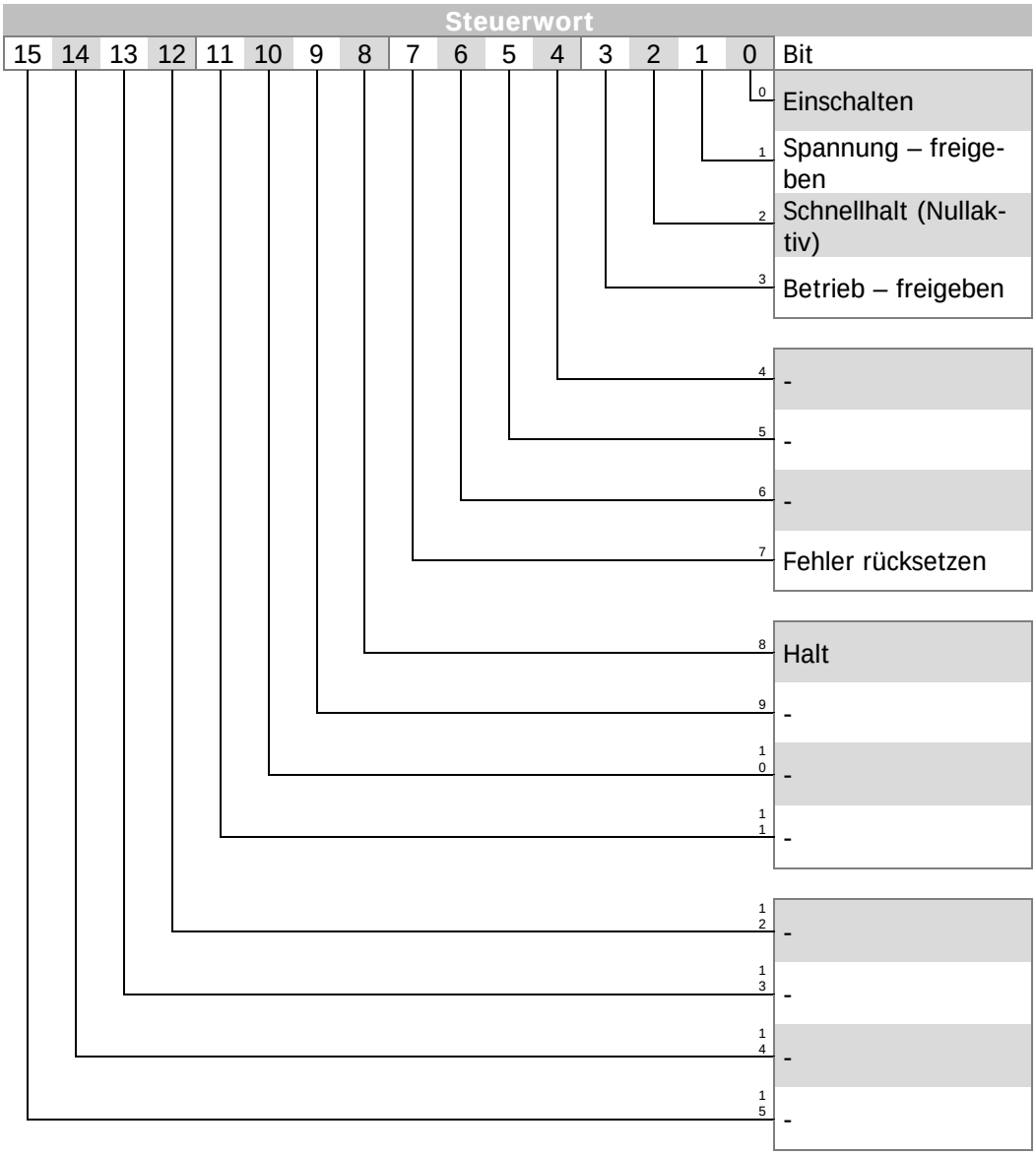
Die Betriebsart „profile velocity mode“ (Geschwindigkeit pv) kann über den Parameter *Override Modes Of Operation* **1454** = **3** gewählt werden.
In der Betriebsart „profile velocity mode“ (Geschwindigkeit pv) empfängt der Frequenzumrichter eine Zielgeschwindigkeit in user units pro Sekunde [u/s].

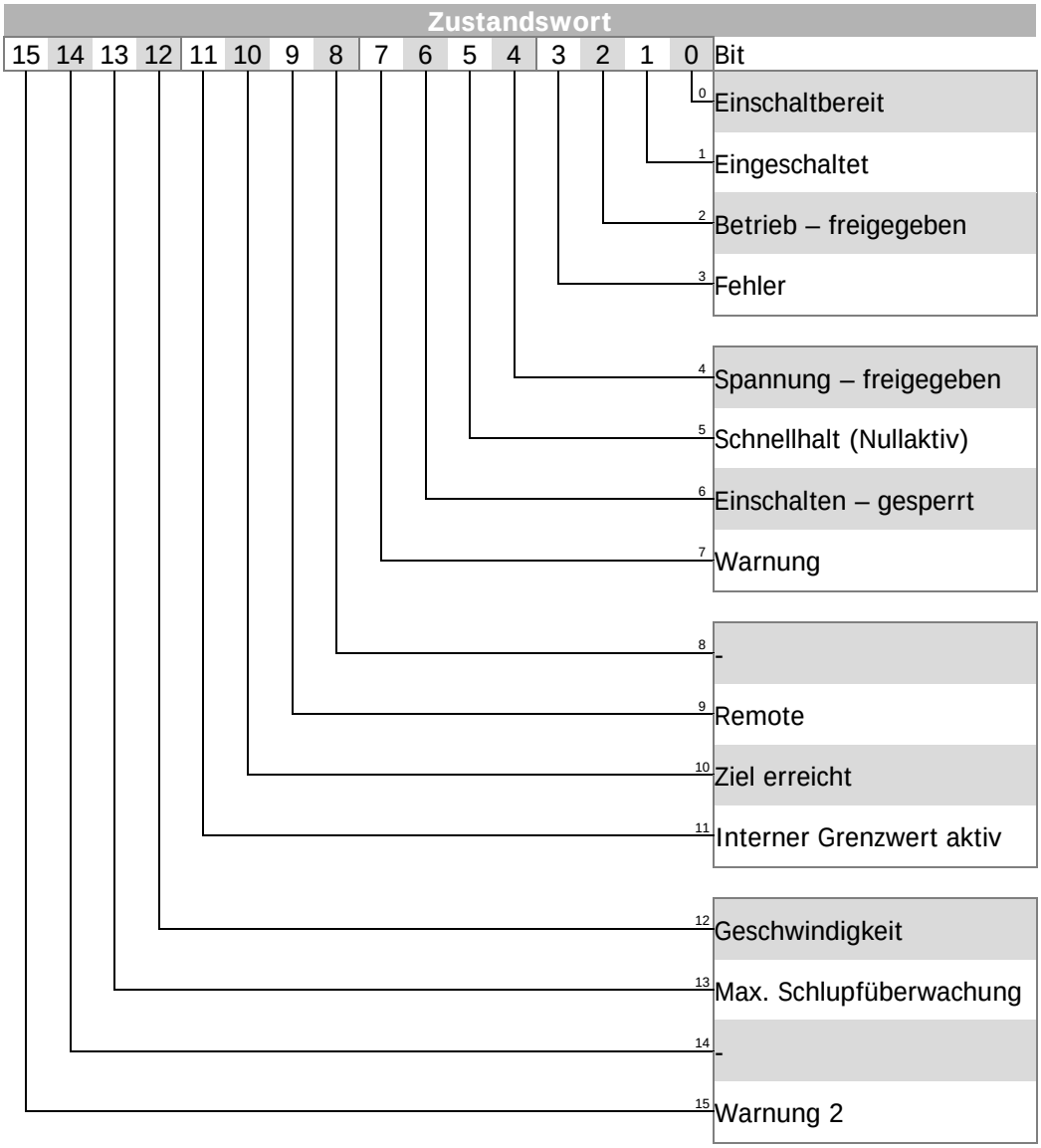
Zugehörige Parameter:

410	*Steuerwort*	**1279**	*Velocity Threshold Time*
411	*Zustandswort*	**1457**	*Override Profile Acceleration*
418	*Minimale Frequenz*	**1458**	*Override Profile Deceleration*
419	*Maximale Frequenz*	**1179**	*Notstop-Rampe*
1454	*Override Modes Of Operation*	**1176**	*Verrundungszeit Beschl.*
1107	*Geschwindigkeit*	**1178**	*Verrundungszeit Verz.*
1276	*Velocity Window*	**1275**	*Max Slippage*
1277	*Velocity Window Time*	**1460**	*Override Target Velocity pv [u/s]*
1278	*Velocity Threshold*		

Die Verrundungszeiten werden über Parameter **1176** und **1178** vorgegeben.

In der Betriebsart „profile velocity mode“ (Geschwindigkeit pv) werden die betriebsartabhängigen Bits des Steuerwortes und Zustandswortes folgendermaßen genutzt:





Der Profile Velocity Mode ermöglicht die Vorgabe einer Soll-Geschwindigkeit in user units pro Sekunde [u/s]. Die Soll-Geschwindigkeit *Override Target Velocity pv [u/s]* **1460** wird im Zustand „Betrieb freigegeben“ (0xnn37) sofort übernommen. Die Beschleunigungsrampe und die Verzögerungsrampe werden über die Parameter *Override Profile Acceleration* **1457** und *Override Profile Deceleration* **1458** vorgegeben.
Wird das Bit 8 „Halt“ des Steuerwortes gesetzt, wird der Antrieb mit der Rampe aus Parameter *Override Profile Deceleration* **1458** verzögert und im Stillstand gehalten. Wird das Bit 8 zurückgesetzt, wird der Antrieb mit der Rampe aus Parameter *Override Profile Acceleration* **1457** auf die aktuelle Soll-Geschwindigkeit beschleunigt.

Steuerwort Bit 8: Halt
HALT = 0 → **Profile Velocity Mode ausführen.**
HALT = 1 → **Achse anhalten.** (Der Frequenzumrichter bleibt im Zustand „Betrieb freigegeben“.)

Die aktuelle Geschwindigkeit in user units pro Sekunde [u/s] kann über den Parameter *Velocity Window* **1276** in einer Steuerung angezeigt werden.

Über die Parameter *Velocity Window* **1276** und *Velocity Window Time* **1277** wird Bit 10 „Ziel erreicht“ des Zustandswortes gesetzt.

Über die Parameter *Threshold Window* **1278** und *Threshold Window Time* **1279** wird Bit 12 „Geschwindigkeit“ des Zustandswortes gesetzt.
Über Parameter *Max Slippage* **1275** kann eine Schlupfüberwachung mit Bit 13 „Max Schlupffehler“ des Zustandswortes durchgeführt werden.

Zustandswort Bit 10: Ziel erreicht

Ziel erreicht = 0	→ Die Ist-Geschwindigkeit entspricht nicht der Soll-Geschwindigkeit.
Ziel erreicht = 1	**→ Die Ist-Geschwindigkeit entspricht der Soll-Geschwindigkeit.** Die Ist-Geschwindigkeit weicht für eine definierte Zeit (*Velocity Window Time* **1277**) maximal um eine definierte Anzahl user units pro Sekunde [u/s] (*Velocity Window* **1276**) ab.

Zustandswort Bit 12: Geschwindigkeit

Geschwindigkeit = 0	**→ Die Ist-Geschwindigkeit entspricht der Vergleichs-Geschwindigkeit.** Die Ist-Geschwindigkeit hat für eine definierte Zeit (*Threshold Window Time* **1279**) eine definierte Geschwindigkeit in user units pro Sekunde [u/s] (*Threshold Window* **1278***)* überschritten.
Geschwindigkeit = 1	→ Die Ist-Geschwindigkeit entspricht nicht der Vergleichs-Geschwindigkeit.

Zustandswort Bit 13: Maximaler Schlupffehler

Maximaler Schlupffehler = 0	**→ Die aktuelle Schlupf-Geschwindigkeit ist kleiner als definiert.** Die Vergleichsgröße der Schlupf-Geschwindigkeit wird in Parameter *Max Slippage* **1275** definiert.
Maximaler Schlupffehler = 1	**→ Die aktuelle Schlupf-Geschwindigkeit ist größer als definiert.** Die Vergleichsgröße der Schlupf-Geschwindigkeit wird in Parameter *Max Slippage* **1275** definiert.

11.4.2.1 Sequenz Beispiel

Um den “Profile Velocity mode“ zu starten, muss die korrekte Sequenz von der SPS gesendet werden.

1	Steuerwort =	0x0000	Spannung sperren
1	Zustandswort =	0x0050	Einschalten gesperrt
2	Modes of Operation =	3	(Profile Velocity mode)
3	Steuerwort =	0x0006	Stillsetzen
	Zustandswort =	0x0031	Einschaltbereit
4	Steuerwort =	0x0007	Einschalten
	Zustandswort =	0x0033	Eingeschaltet
5	Steuerwort =	0x0007 ↓ 0x000F	Betrieb freigeben. Der Profile Velocity Mode wird mit der Zielgeschwindigkeit *Override Target Velocity pv [u/s]* **1460** und den Rampen *Override Profile Acceleration* **1457** und *Override Profile Deceleration* **1458** gestartet. Änderungen an Zielgeschwindigkeit und Rampen werden sofort übernommen.
	Zustandswort =	0xnn37	Betrieb freigegeben

1) Ein Profil besteht aus den folgenden Einträgen. Wenn ein Wert nicht geändert wird, bleibt der alte Wert aktiv.

- **1456** *Override Profile Velocity*
- **1457** *Override Profile Acceleration*
- **1458** *Override Profile Deceleration*
- **1460** *Override Target Velocity pv [u/v]*

⚠ WARNUNG

Gefährlicher Zustand durch neuen Modus!

Wird *Override Modes Of Operation* **1454** im Betrieb geändert (Steuerwort = 0xnnnF), kann im neuen Modus ein gefährlicher Zustand auftreten.

- Vor einem Wechsel von *Override Modes Of Operation* **1454** das Zustandswort überprüfen (beispielsweise auf Zustand 0xnn33).

Nachdem die Sequenz der ersten vier Steuerwörter korrekt abgearbeitet wurde, ist das ACU betriebsbereit (dunkel markierter Tabellenbereich).
Im Zustand „Betrieb freigegeben“ (0xnnnF) kann der Zustand des Motion Control geändert werden (weiß markierter Tabellenbereich).
Solange 0x0007 aktiv ist, kann auch der „Modes of Operation“ ohne Gefahr geändert werden. Nachdem *Override Modes Of Operation* **1454** auf einen anderen Wert gesetzt wurde kann der Betrieb mit einer entsprechenden Sequenz gestartet werden.

11.4.3 Profile position mode (Betriebsart Positionieren)

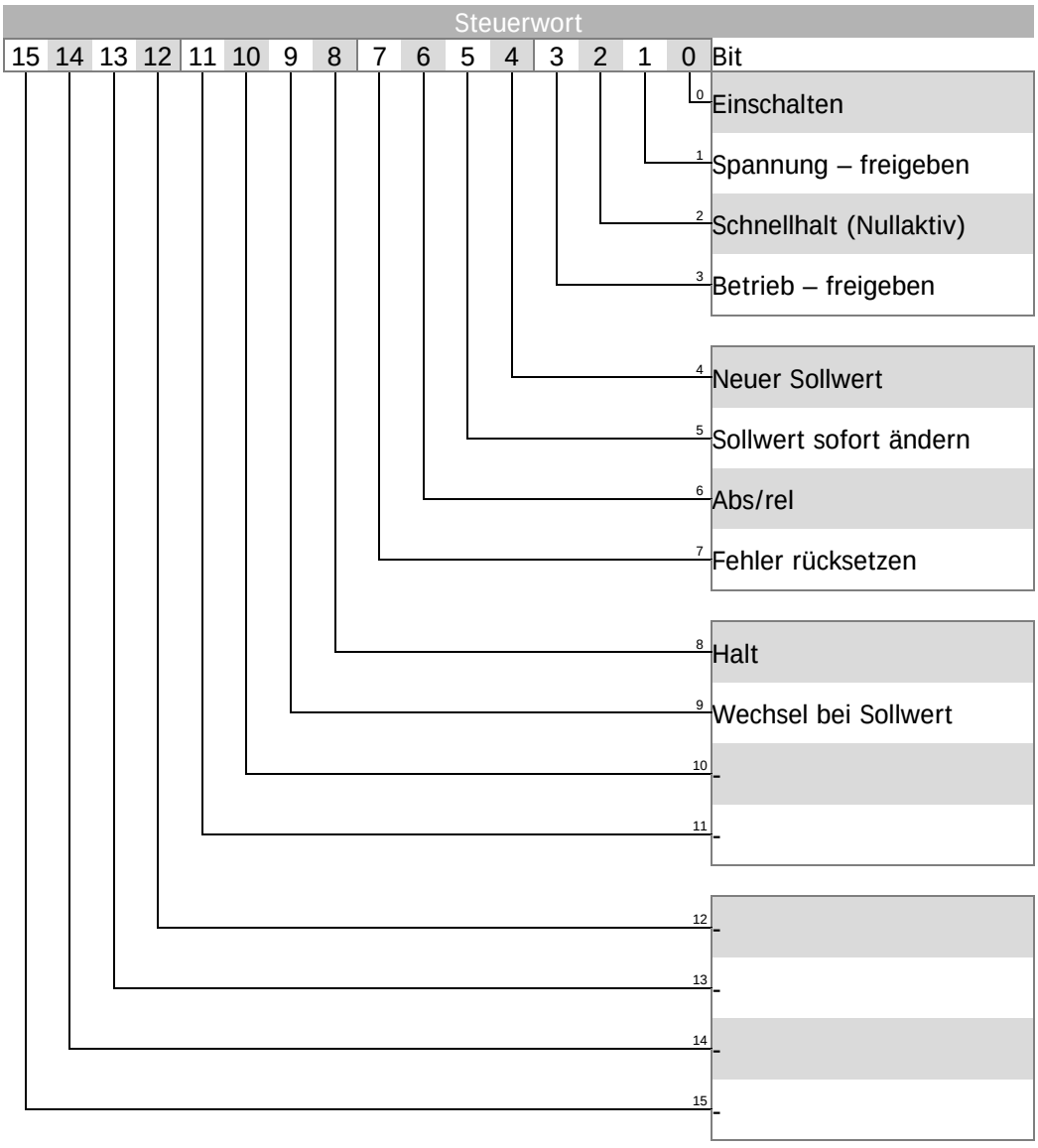
Die Betriebsart „profile position mode“ (Positionieren) kann über den Parameter *Override Modes Of Operation* **1454** = **1** gewählt werden.
In der Betriebsart „profile position mode“ (Positionieren) empfängt der Frequenzumrichter eine Zielposition gefolgt vom Befehl zur Fahrt auf dieses Ziel.

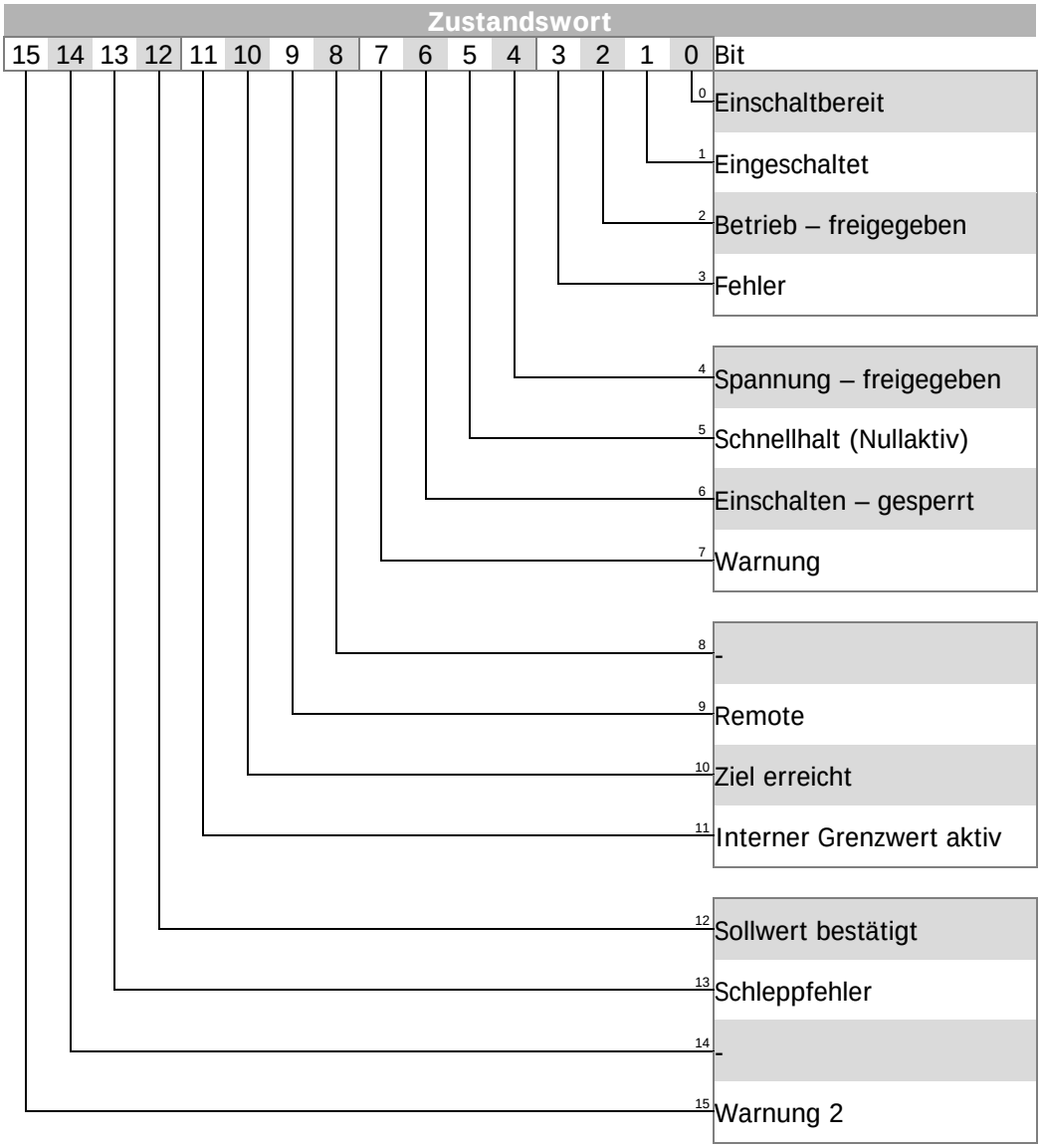
Zugehörige Parameter:

410	*Steuerwort*	**1455**	*Override Target Position*
411	*Zustandswort*	**1456**	*Override Profile Velocity*
418	*Minimale Frequenz*	**1457**	*Override Profile Acceleration*
419	*Maximale Frequenz*	**1458**	*Override Profile Deceleration*
1454	*Override Modes Of Operation*	**1179**	*Notstop-Rampe*

Die Verrundungszeiten werden über Parameter **1176** und **1178** vorgegeben.

In der Betriebsart „profile position mode“ (Positionieren) werden die betriebsartabhängigen Bits des Steuerwortes und Zustandswortes folgendermaßen genutzt:




Zustandswort
15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 Bit
0 Einschaltbereit
1 Eingeschaltet
2 Betrieb – freigegeben
3 Fehler
4 Spannung – freigegeben
5 Schnellhalt (Nullaktiv)
6 Einschalten – gesperrt
7 Warnung
8 -
9 Remote
10 Ziel erreicht
11 Interner Grenzwert aktiv
12 Sollwert bestätigt
13 Schleppfehler
14 -
15 Warnung 2

Steuerwort (*control word*)

Wechsel bei Sollwert Bit 9	Sollwert sofort ändern Bit 5	Neuer Sollwert Bit 4	Beschreibung
0	0	0 → 1	Die Positionierung soll vollständig durchgeführt werden (Ziel erreicht), bevor die nächste gestartet wird.
X	1	0 → 1	Die nächste Positionierung soll sofort gestartet werden.
1	0	0 → 1	Die Positionierung soll mit dem aktuellen Geschwindigkeitsprofil bis zum aktuellen Sollwert durchgeführt werden und dann die nächste Positionierung abgearbeitet werden.

Bezeichnung	Wert	Beschreibung
Abs/rel Bit 6	0	Die Zielposition (*Override target position* **1455**) ist ein absoluter Wert.
	1	Die Zielposition (*Override target position* **1455**) ist ein relativer Wert.
Halt Bit 8	0	Positionierung ausführen.
	1	Achse anhalten mit *Override Profile Deceleration* **1458** (falls nicht mit *Override Profile Acceleration* **1457** unterstützt), der Frequenzumrichter bleibt im Zustand „Betrieb freigegeben“.

Zustandswort (status word)

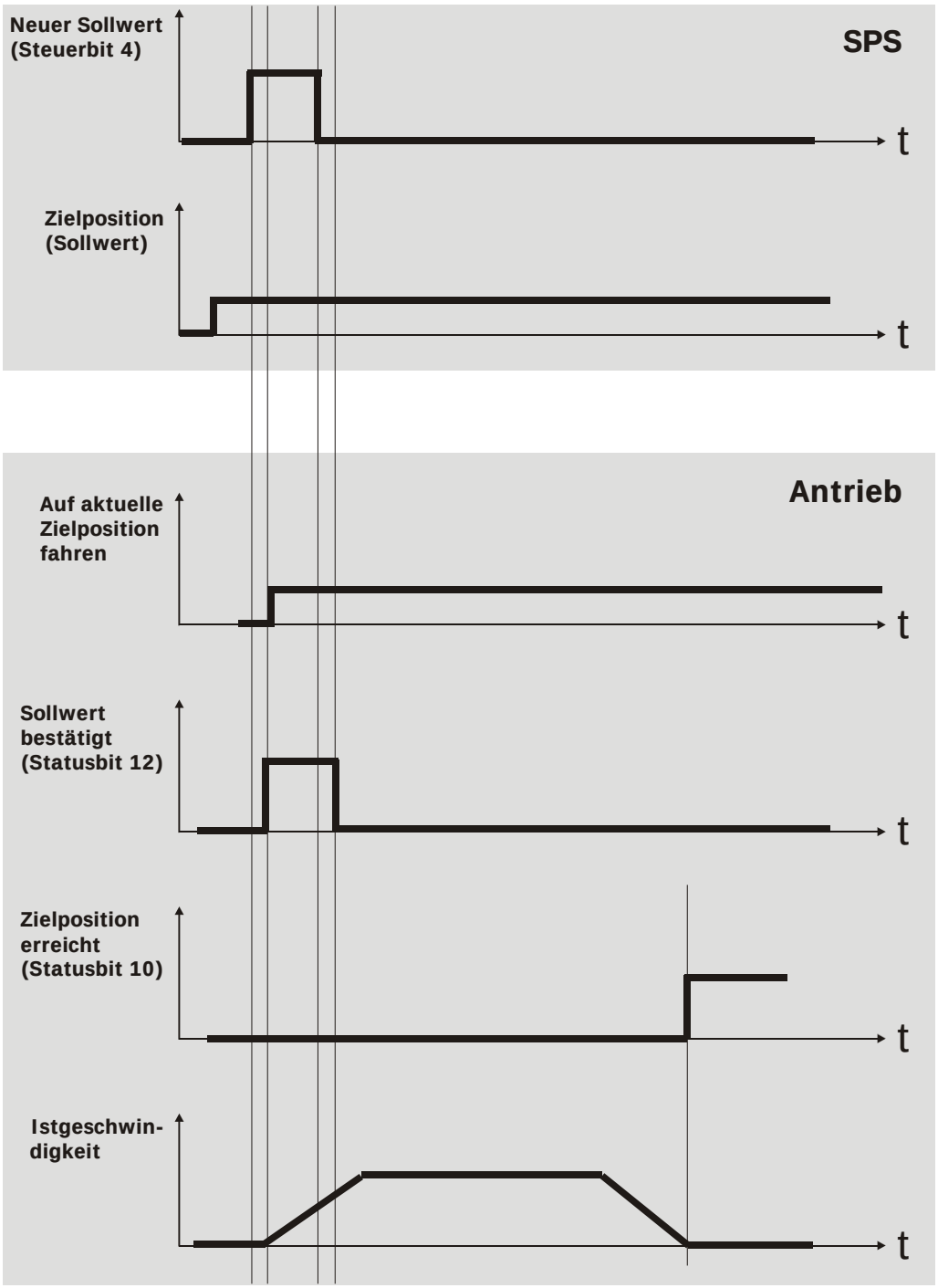
Bezeichnung	Wert	Beschreibung	
Ziel erreicht Bit 10	0	Halt (Steuerbit 8) = 0:	Zielposition (*Override target position* **1455**) (noch) nicht erreicht. Siehe auch Kapitel 10.2.4 „Zielfenster“.
		Halt (Steuerbit 8) = 1:	Achse verzögert
	1	Halt (Steuerbit 8) = 0:	Zielposition (*Override target position* **1455**) erreicht. Siehe auch Kapitel 10.2.4 „Zielfenster“.
		Halt (Steuerbit 8) = 1:	Geschwindigkeit der Achse ist 0
Sollwert bestätigt Bit 12	0	Die Fahrprofilberechnung hat den Positionswert (noch) nicht übernommen.	
	1	Die Fahrprofilberechnung hat den Positionswert übernommen.	
Schleppfehler Bit 13	0	Kein Schleppfehler.	
	1	Schleppfehler.	

Beispiel:

Einzelner Sollwert

Steuerbit „Wechsel bei Sollwert“ = 0
Steuerbit „Sollwert sofort ändern“ = 0

Nachdem ein Sollwert an den Antrieb übertragen wurde, signalisiert die Steuerung durch eine steigende Signalflanke für das Bit „Neuer Sollwert“ im Steuerwort einen zulässigen Wert. Der Antrieb antwortet durch Setzen des Bits „Sollwert bestätigt“ und beginnt auf die neue Zielposition zu fahren. Danach setzt die Steuerung das Bit „Neuer Sollwert“ zurück und der Antrieb setzt das Bit „Sollwert bestätigt“ zurück. Nachdem das Bit „Sollwert bestätigt“ zurückgesetzt wurde, ist der Antrieb bereit, eine neue Zielposition anzunehmen.

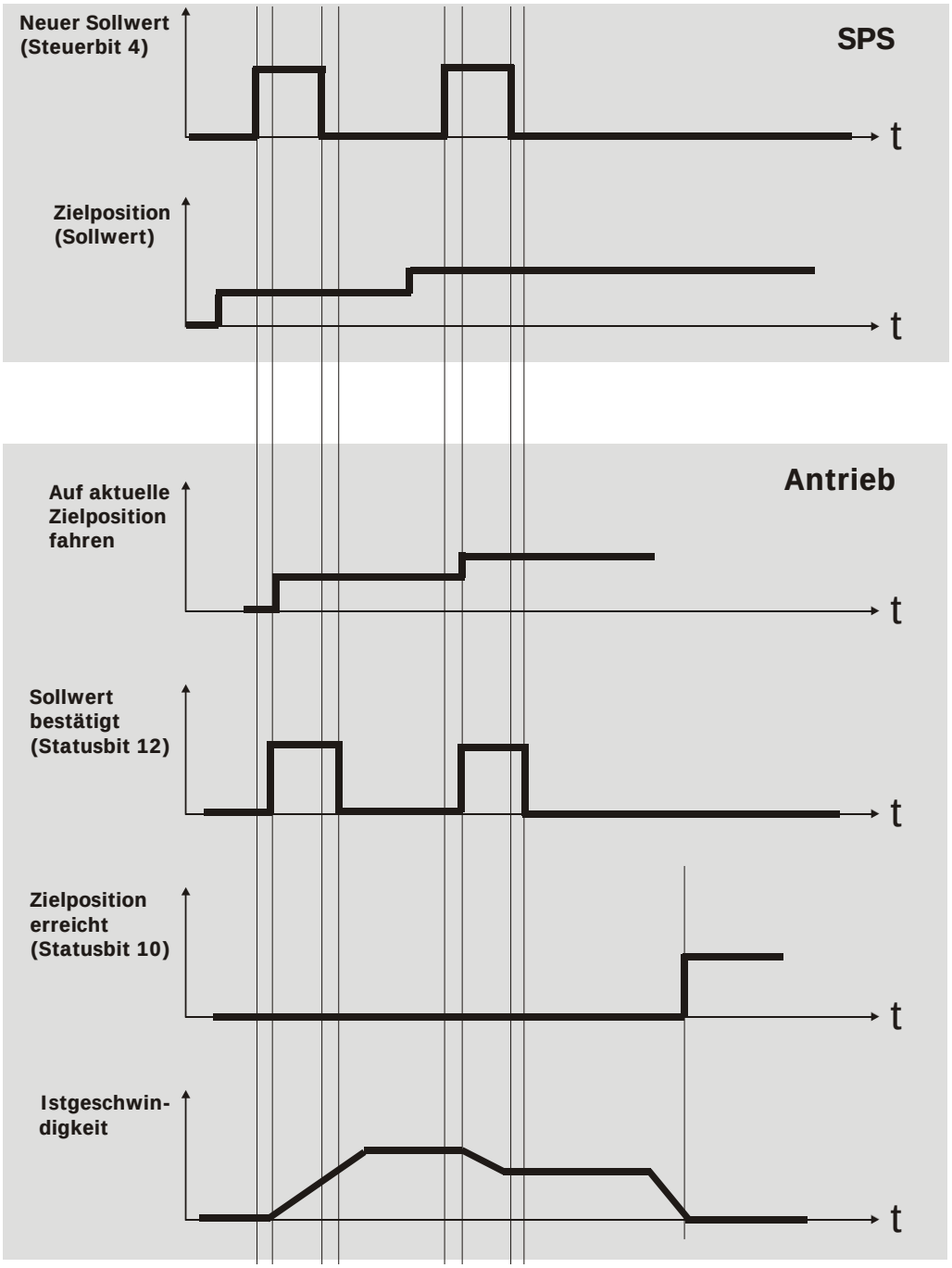


Beispiel:

Einzelner Sollwert

Steuerbit „Wechsel bei Sollwert“ = 0
Steuerbit „Sollwert sofort ändern“ = 1

Ein neuer Sollwert wird vom Steuerbit „Neuer Sollwert“ bestätigt (steigende Flanke), während ein Sollwert abgearbeitet wird. Der neue Sollwert wird sofort abgearbeitet.

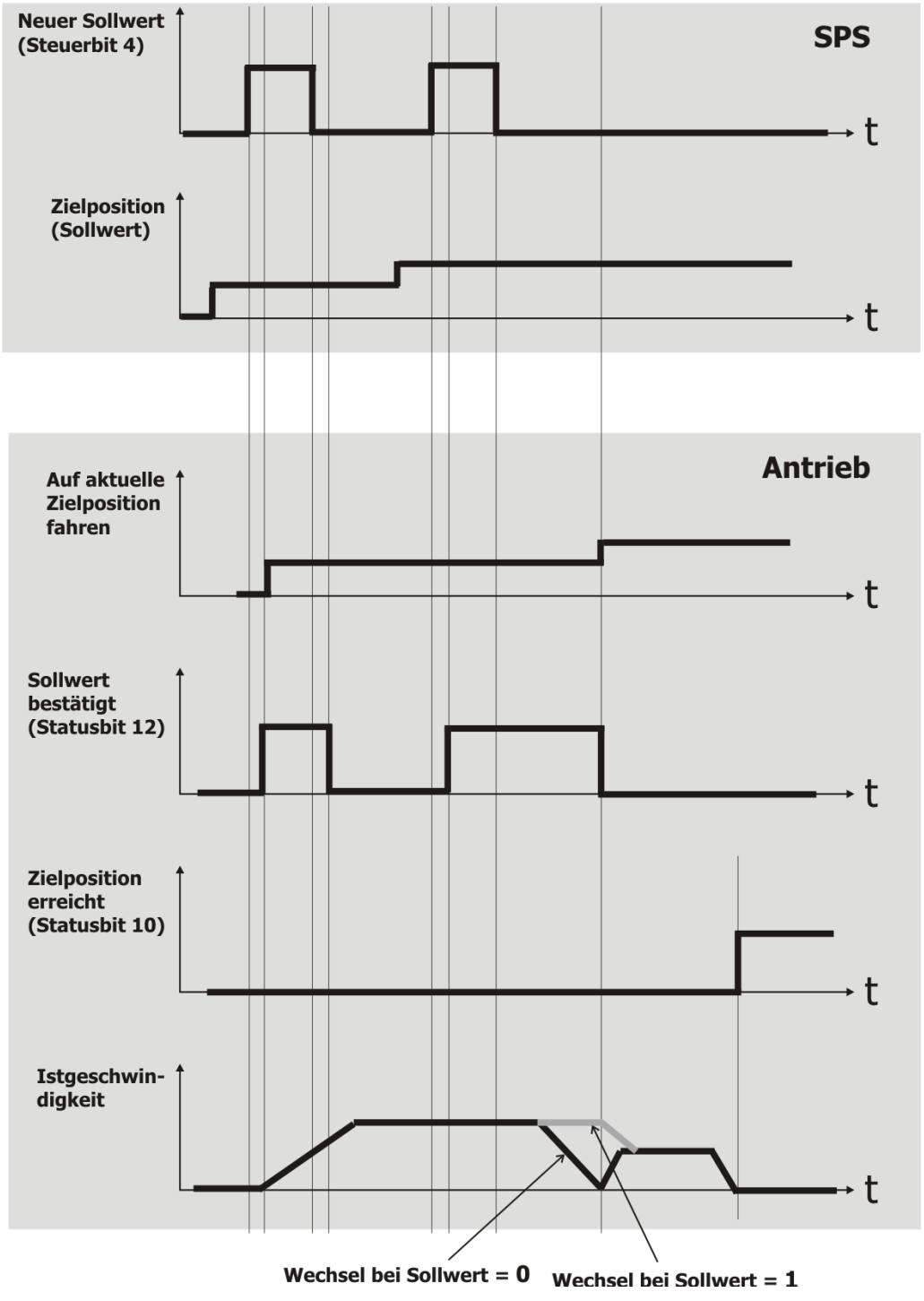


Beispiel: Setzen von Sollwerten
Steuerbit „Wechsel bei Sollwert“ = 0/1
Steuerbit „Sollwert sofort ändern“ = 0

Während eines aktiven Positioniervorgangs wird das Fahrprofil geändert.

Wechsel bei Sollwert = 0 Die aktuelle Zielposition wird mit einem **Stopp** angefahren. Nachdem die Position erreicht wurde, wird der neue Sollwert gesetzt.

Wechsel bei Sollwert = 1 Die aktuelle Zielposition wird mit der aktiven Geschwindigkeit angefahren. Sobald die aktuelle Zielposition erreicht ist, wird der neue Sollwert übernommen ohne auf Geschwindigkeit Null zu stoppen.



11.4.3.1 Sequenz Beispiel

Um den “Profile Position mode“ zu starten, muss die korrekte Sequenz von der SPS gesendet werden.

1	Steuerwort =	0x0000	Spannung sperren
1	Zustandswort =	0x0050	Einschalten gesperrt
2	Modes of Operation =	1	(Profile Position mode)
3	Steuerwort =	0x0006	Stillsetzen
	Zustandswort =	0x0031	Einschaltbereit
4	Steuerwort =	0x0007	Einschalten
	Zustandswort =	0x0033	Eingeschaltet
5	Steuerwort =	0x0007 ↓ 0x000F	Betrieb freigeben. Eine Positionierung wird nicht gestartet.
	Zustandswort =	0xnn37	Betrieb freigegeben
6a	Steuerwort =	0x0007 oder 0x000F → 0x001F	Betrieb freigeben, starte eine **absolute** Positionierung mit einem Profil[1)]. Wenn bereits eine Positionierung läuft, wird diese beendet und anschließend das neue Profil verwendet.
	Zustandswort =	0xnn37	Betrieb freigegeben
6b	Steuerwort =	0x0007 oder 0x000F → 0x005F	Betrieb freigeben, starte eine **relative** Positionierung mit einem Profil[1)]. Wenn bereits eine Positionierung läuft, wird diese beendet und anschließend das neue Profil verwendet.
	Zustandswort =	0xnn37	Betrieb freigegeben
6c	Steuerwort =	0x0007 oder 0x000F → 0x003F	Betrieb freigeben, starte eine **absolute** Positionierung mit einem Profil[1)]. Eine laufende Positionierung wird auf das neue Profil geändert.
	Zustandswort =	0xnn37	Betrieb freigegeben
6d	Steuerwort =	0x0007 oder 0x000F → 0x007F	Betrieb freigeben, starte eine **relative** Positionierung mit einem Profil[1)]. Eine laufende Positionierung wird auf das neue Profil geändert.
	Zustandswort =	0xnn37	Betrieb freigegeben
7	Steuerwort =	0x01nF	HALT: Der Antrieb wird mit Rampe aus *Verzoegerung (Rechtslauf)* **421** bzw. *Verzoegerung Linkslauf* **423** abgebremst.
	Zustandswort =	0xnn37	Betrieb freigegeben

1) Ein Profil besteht aus den folgenden Einträgen. Wenn ein Wert nicht geändert wird, bleibt der alte Wert aktiv.

- **1455** *Override Target Position*
- **1456** *Override Profile Velocity*
- **1457** *Override Profile Acceleration*
- **1458** *Override Profile Deceleration*

⚠ WARNUNG

Gefährlicher Zustand durch neuen Modus!

Wird *Override Modes Of Operation* **1454** im Betrieb geändert (Steuerwort = 0xnnnF), kann im neuen Modus ein gefährlicher Zustand auftreten.

- Vor einem Wechsel von *Override Modes Of Operation* **1454** das Zustandswort überprüfen (beispielsweise auf Zustand 0xnn33).

Nachdem die Sequenz der ersten vier Steuerwörter korrekt abgearbeitet wurde, ist das ACU betriebsbereit (dunkel markierter Tabellenbereich).
Im Zustand „Betrieb freigegeben“ (0xnnnF) kann der Zustand des Motion Control geändert werden (weiß markierter Tabellenbereich).
Mit dem Steuerwort-Übergang von 0x00nF zu 0x000F wird der „Profile Position mode“ gestoppt. Anschließend kann über 0x00nF der Modus erneut gestartet werden.
Solange 0x0007 aktiv ist, kann auch der „Modes of Operation“ ohne Gefahr geändert werden. Nachdem *Override Modes Of Operation* **1454** auf einen anderen Wert gesetzt wurde kann der Betrieb mit einer entsprechenden Sequenz gestartet werden.

Um ein Profil zu starten, ist es nicht notwendig das Steuerwort erst auf 0x0007 zu setzen.
Nachdem ein Profil abgearbeitet wurde, kann ein neues Profil mit dem „Neuer Sollwert“ Bit (Bit 4) im Steuerwort 0xnnnF gestartet werden.
Während ein Profil abgearbeitet wird, kann durch die Verwendung der Bits „Sollwert sofort ändern“ (Bit 5) und „Neuer Sollwert“ (Bit 4) ein neues Profil ohne Stoppen gestartet werden.

11.4.4 Homing mode (Betriebsart Referenzfahrt)

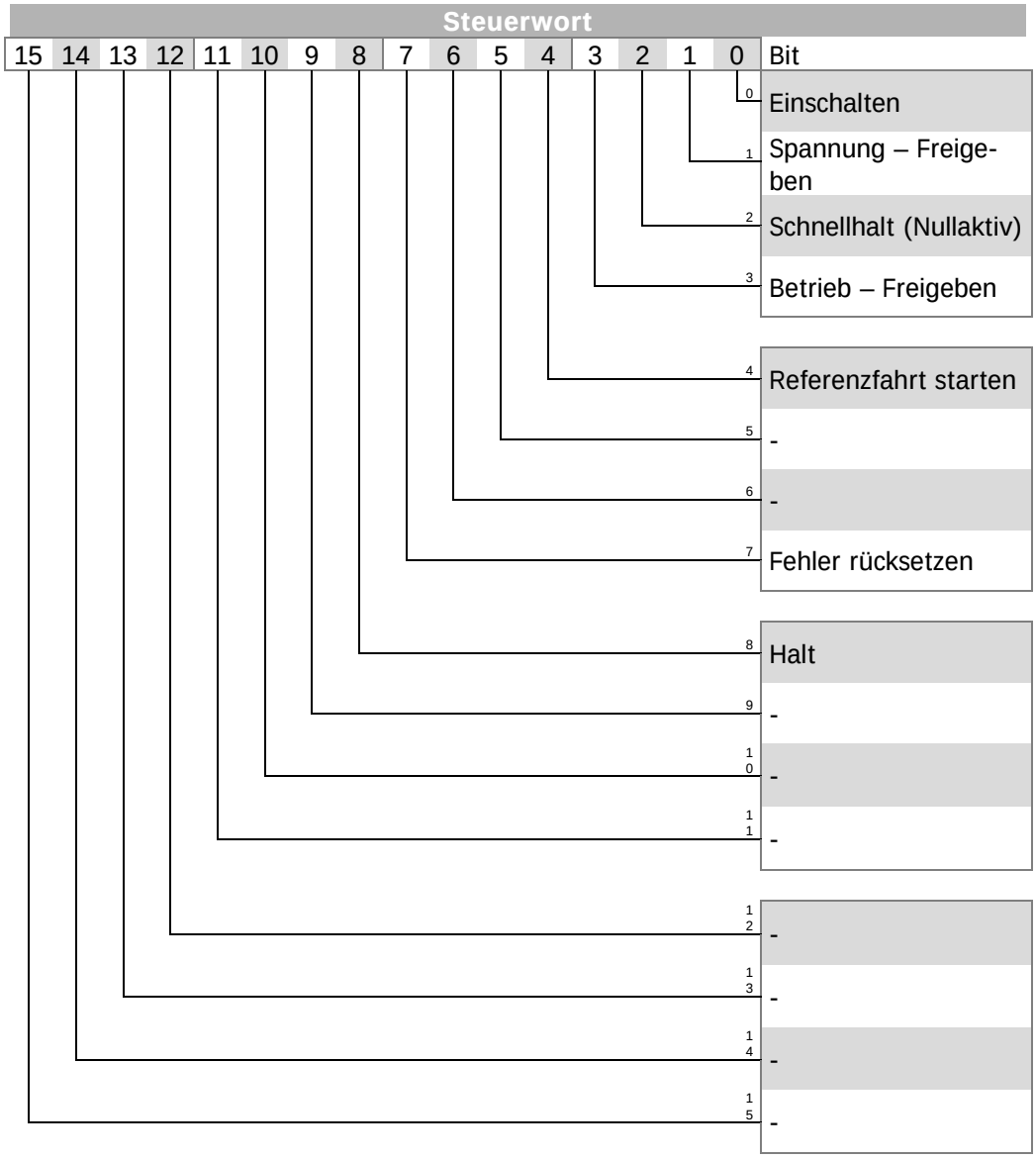
Die Betriebsart „homing mode“ (Referenzfahrt) kann über den Parameter *Override Modes Of Operation* **1454** gewählt werden.
In der Betriebsart „homing mode“ (Referenzfahrt) fährt der Frequenzumrichter den Antrieb zu einer Referenzposition. Die Methode, die für diese Bewegung angewendet wird, ist durch den Parameter *Referenzfahrt-Typ* **1130** festgelegt.

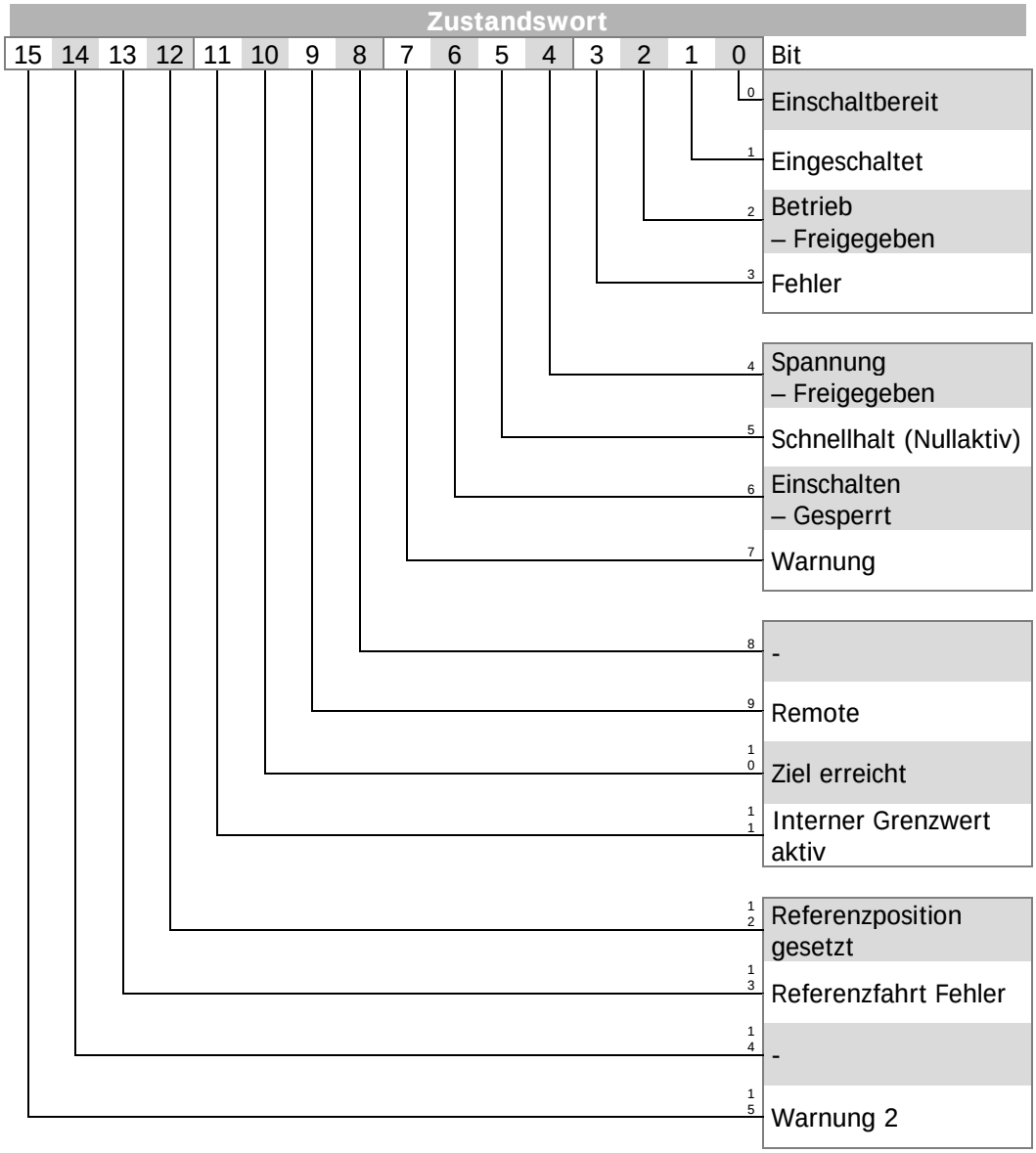
Zugehörige Parameter:

410	*Steuerwort*	**1130**	*Referenzfahrt-Typ*
411	*Zustandswort*	**1132**	*Geschw. Eilgang*
418	*Minimale Frequenz*	**1133**	*Geschw. Schleichgang*
419	*Maximale Frequenz*	**1134**	*Beschleunigung*
1454	*Override Modes Of Operation*		

Die Verrundungszeiten werden über Parameter **1135** vorgegeben.

In der Betriebsart „homing mode“ (Referenzfahrt) werden die betriebsartabhängigen Bits des Steuerwortes und Zustandswortes folgendermaßen genutzt:





Steuerwort (*control word*)

Bezeichnung	Wert	Beschreibung
Referenzfahrt starten **Bit 4**	0	Referenzfahrt nicht aktiv.
	0 → 1	Referenzfahrt starten mit *Beschleunigung* **1134** und *Geschw. Eilgang* **1132** und *Geschw. Schleichgang* **1133**.
	1	Referenzfahrt aktiv.
	1 → 0	Referenzfahrt unterbrechen.
Halt **Bit 8**	0	Befehl von Bit 4 „Referenzfahrt starten“ ausführen.
	1	Achse mit dem Beschleunigungswert (als Verzögerung) für die Referenzfahrt anhalten. Der Frequenzumrichter bleibt im Status „Betrieb – Freigegeben“.

Zustandswort (*status word*)

Bezeichnung	Wert	Beschreibung
Ziel erreicht **Bit 10**	0	Halt (Steuerbit 8) = 0: Referenzposition (noch) nicht erreicht
		Halt (Steuerbit 8) = 1: Achse verzögert
	1	Halt (Steuerbit 8) = 0: Referenzposition erreicht
		Halt (Steuerbit 8) = 1: Achse hat Geschwindigkeit 0
Referenzposition gesetzt **Bit 12**	0	Referenzfahrt noch nicht beendet
	1	Referenzfahrt erfolgreich durchgeführt
Referenzfahrt Fehler **Bit 13**	0	Kein Referenzfahrt-Fehler
	1	Referenzfahrt-Fehler aufgetreten, Referenzfahrt nicht erfolgreich durchgeführt

Die Referenzfahrten sind im Anwendungshandbuch „Positionierung“ beschrieben.

11.4.4.1 Sequenz Beispiel

Um die Referenzfahrt zu starten, muss die korrekte Sequenz von der SPS gesendet werden.

1	Steuerwort =	0x0000	Spannung sperren
1	Zustandswort =	0x0050	Einschalten gesperrt
2	Modes of Operation =	6	(Homing)
3	Steuerwort =	0x0006	Stillsetzen
	Zustandswort =	0x0031	Einschaltbereit
4	Steuerwort =	0x0007	Einschalten
	Zustandswort =	0x0033	Eingeschaltet
5	Steuerwort =	0x000F	Betrieb freigeben.
	Zustandswort =	0xnn37	Betrieb freigegeben
6a	Steuerwort =	0x001F	Betrieb freigeben und Referenzfahrt starten.
	Zustandswort =	0x1n37	Betrieb freigegeben und referenziert.

⚠ WARNUNG

Gefährlicher Zustand durch neuen Modus!

Wird *Override Modes Of Operation* **1454** im Betrieb geändert (Steuerwort = 0xnnnF), kann im neuen Modus ein gefährlicher Zustand auftreten.

- Vor einem Wechsel von *Override Modes Of Operation* **1454** das Zustandswort überprüfen (beispielsweise auf Zustand 0xnn33).

Nachdem die Sequenz der ersten vier Steuerwörter korrekt abgearbeitet wurde, ist das ACU betriebsbereit (dunkel markierter Tabellenbereich).
Im Zustand „Betrieb freigegeben“ (0xnnnF) kann der Zustand des Motion Control geändert werden (weiß markierter Tabellenbereich).
Mit dem Steuerwort-Übergang von 0x0007 (oder 0x000F) zu 0x001F wird die Referenzfahrt (Homing) gestartet. Das „Referenzposition gesetzt“- Bit 12 im Zustandswort gibt den Status zurück.
Solange 0x0007 aktiv ist, kann auch der „Modes of Operation“ ohne Gefahr geändert werden. Nachdem *Override Modes Of Operation* **1454** auf einen anderen Wert gesetzt wurde, kann der Betrieb mit einer entsprechenden Sequenz gestartet werden.

11.4.5 Table travel record (Fahrsatz)

Die Betriebsart „table travel record mode“ (Fahrsatz) kann über den Parameter *Override Modes Of Operation* **1454** gewählt werden.

In der Betriebsart „table travel record mode“ (Fahrsatz) fährt der Antrieb selbständig zu aufeinander folgenden Positionen.

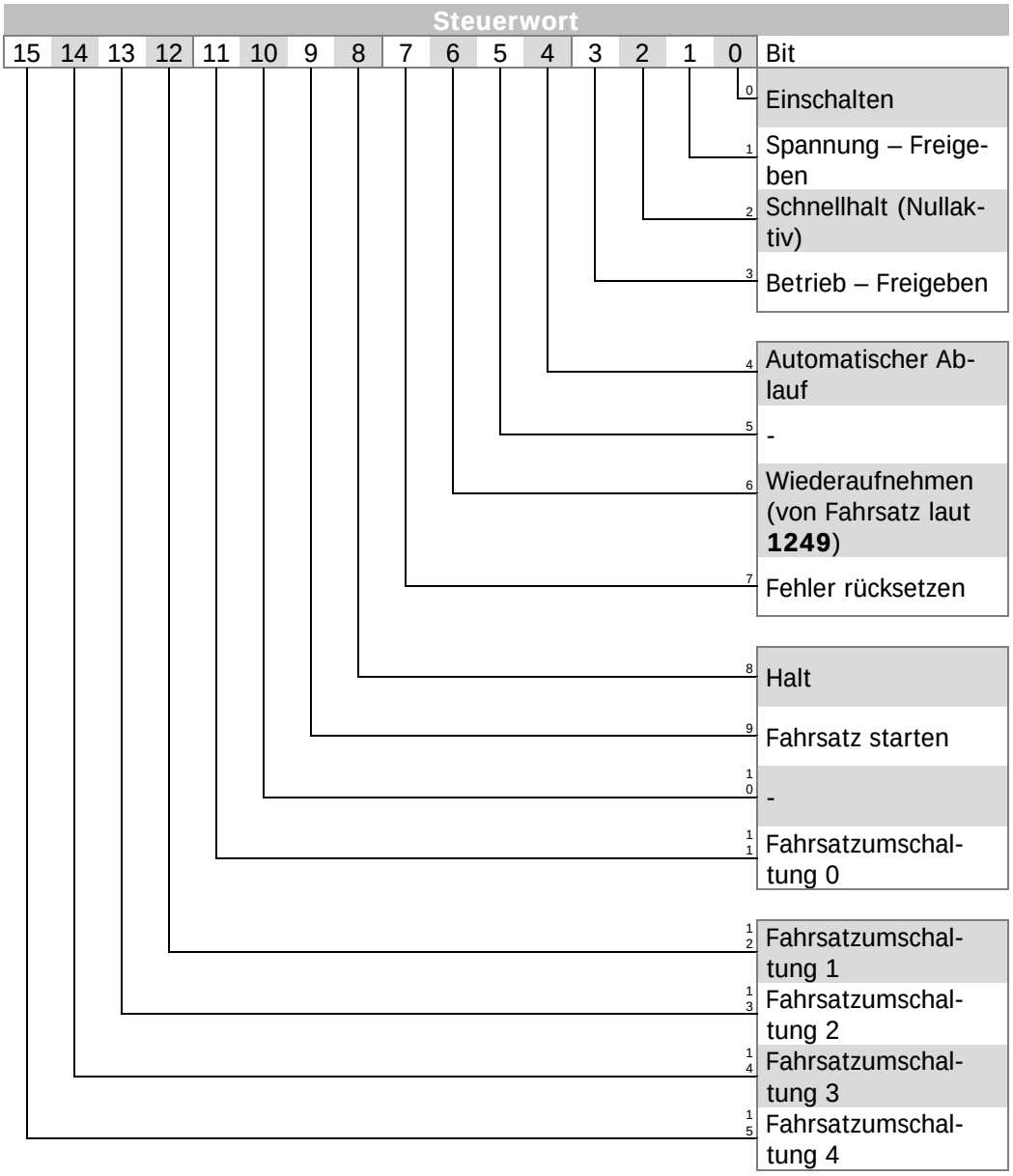
Die Betriebsart „table travel record mode“ (Fahrsatz) verwendet vordefinierte Positionen. Jede Zielposition wird durch einen Fahrsatz festgelegt. Es können mehrere Fahrsätze festgelegt werden.

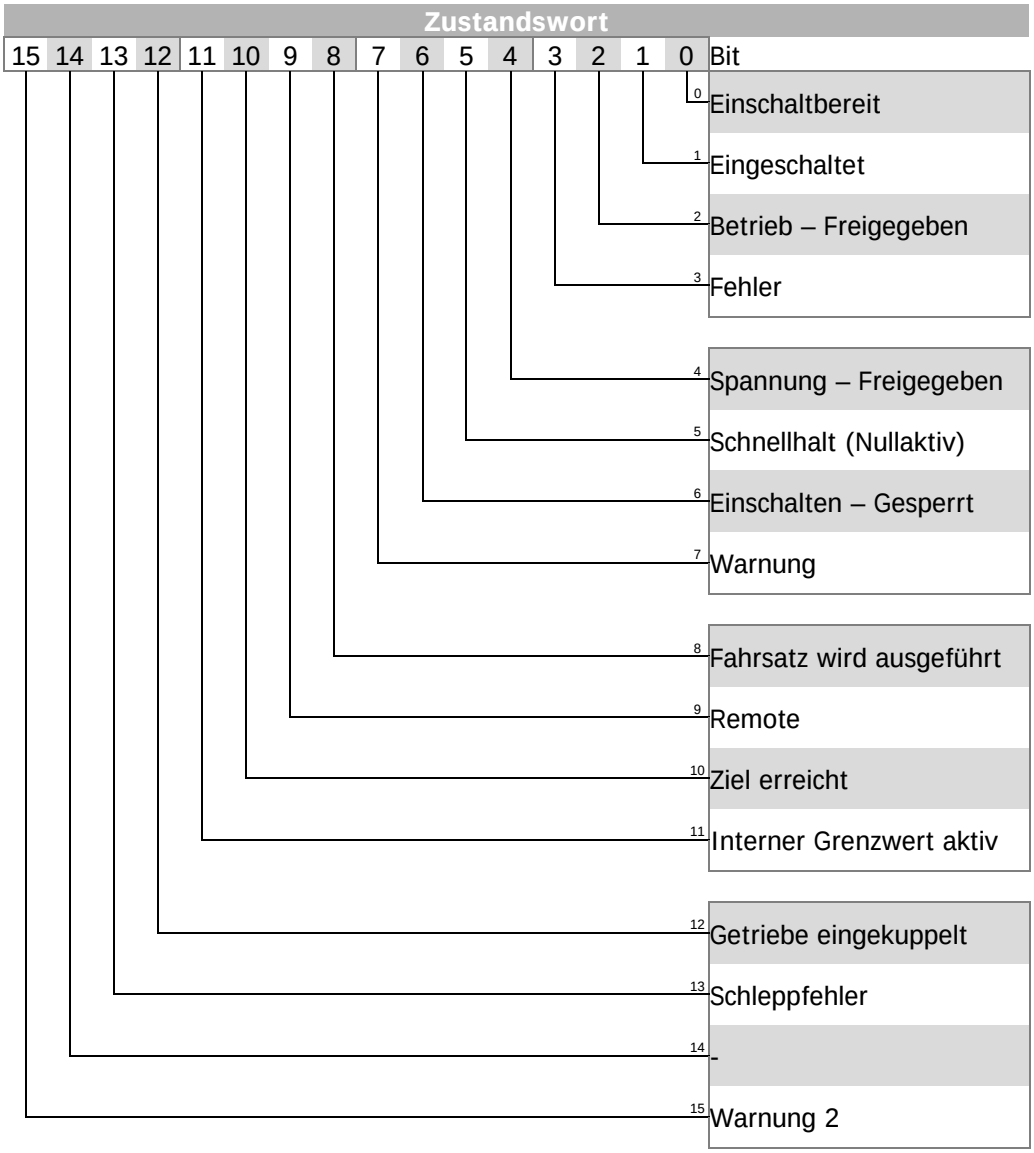
Die Möglichkeiten von Fahrsätzen sind im Anwendungshandbuch „Positionierung“ beschrieben.

Zugehörige Parameter:

410	*Steuerwort*	**1108**	*Lageistwert*
411	*Zustandswort*	**1106**	*Fehlergrenze*
418	*Minimale Frequenz*	**1119**	*Schleppfehler Zeit*
419	*Maximale Frequenz*	**1165**	*Zielfenster*
1454	*Override Modes Of Operation*	**1166**	*Zielfenster Zeit*
1246	*Aktiver Fahrsatz*	**1179**	*Notstop-Rampe*
1249	*Wiederaufnahmefahrsatz*		

In der Betriebsart „table travel record mode“ (Fahrsatz) werden die betriebsartabhängigen Bits des Steuerwortes und Zustandswortes folgendermaßen genutzt:





Steuerwort (*control word*)

Bezeichnung	Wert	Beschreibung
Automatischer Ablauf **Bit 4**	0	Einzelfahrauftrag
	1	Automatischer Ablauf
Wiederaufnahme **Bit 6**	0	Starte Fahrsatz = Fahrsatzumschaltung
	1	Starte Fahrsatz = letzter aktiver Fahrsatz. Der Fahrsatz, der wiederaufgenommen wird, kann über Objekt **1249** ausgelesen werden.
Halt **Bit 8**	0	Befehl von Bit 4 „Automatischer Ablauf“ ausführen
	1	Achse mit der Rampe des aktuellen Fahrsatzes anhalten. Der Frequenzumrichter bleibt im Status „Betrieb – Freigegeben“.
Fahrsatz starten **Bit 9**	0	Achse mit der Rampe des aktuellen Fahrsatzes anhalten
	0 → 1	Fahrsatz oder Fahrsätze ausführen
Fahrsatzumschaltung 0...4 **Bit 11...15**	n	Starte Fahrsatz = n + 1

Fahrsatzumschaltung:

Steuerwort															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Fahrsatzumschaltung						Sta	Halt		Res		Seq				
4	3	2	1	0											

Starte Fahrsatz = Fahrsatzumschaltung +1

Fahrsatzumschaltung					Startfahrsatz
4	3	2	1	0	
0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	1	4
1	0	0	0	0	17
1	1	1	1	1	32

Zustandswort

Bezeichnung	Wert	Beschreibung	
Fahrsatz wird ausgeführt **Bit 8**	0	Einzelfahrauftrag:	Fahrsatz beendet.
		Automatischer Ablauf:	Ablauf beendet.
	1	Einzelfahrauftrag/Automatischer Ablauf aktiv.	
Ziel erreicht **Bit 10**	0	Halt (Steuerbit 8) = 0:	Zielposition noch nicht erreicht (nur Fahrsätze mit Positionierung). Siehe auch Kapitel 10.2.4 „Zielfenster".
		Halt (Steuerbit 8) = 1:	Achse verzögert.
	1	Halt (Steuerbit 8) = 0:	Zielposition erreicht (nur Fahrsätze mit Positionierung). Siehe auch Kapitel 10.2.4 „Zielfenster".
		Halt (Steuerbit 8) = 1	Achse hat Geschwindigkeit 0.
Getriebe eingekuppelt **Bit 12**	0	Elektronisches Getriebe nicht eingekuppelt.	
	1	Elektronisches Getriebe eingekuppelt.	
Schleppfehler **Bit 13**	0	Kein Schleppfehler.	
	1	Schleppfehler.	

Grundlegende Funktionen

Das Steuerbit „Automatischer Ablauf“ bestimmt, ob ein Einzelfahrauftrag (*Automatischer Ablauf* = 0) oder ein automatischer Ablauf von Fahrsätzen (*Automatischer Ablauf* = 1) ausgeführt werden soll.
In beiden Fällen wird die Auswahl des gewünschten Fahrsatzes (Fahrsatznummer des Einzelfahrauftrages oder Startfahrsatznummer des automatischen Ablaufs) aus der Fahrsatzumschaltung mit der steigenden Signalflanke von „*Fahrsatz starten“* berechnet.
„Fahrsatz wird abgearbeitet“ wird auf „1“ gesetzt, wenn ein ausgewählter Fahrsatz oder ein automatischer Ablauf ausgeführt wird. „Fahrsatz wird abgearbeitet“ bleibt bis zum Ende des Fahrsatzablaufs gesetzt. Wird ein Einzelfahrauftrag ausgeführt, wird „Fahrsatz wird ausgeführt“ nach Beendigung des einzelnen Fahrsatzes auf „0“ gesetzt. Wird ein automatischer Ablauf ausgeführt, wird „Fahrsatz wird ausgeführt“ auf „0“ gesetzt, wenn ein Fahrsatz mit der Einstellung 0 für einen Folgefahrsatz (Ende des Fahrsatzes), -1 (Fehlerabschaltung), -2 (Stopp, Fehler) oder -3 (Notstopp, Fehler) erreicht wird.

Während eines automatischen Ablaufs von Fahrsätzen wird der aktuell ausgeführte Fahrsatz durch den Parameter *Aktiver Fahrsatz* **1246** angezeigt.

Wird das Ausführen von Fahrsätzen durch das Setzen von „Fahrsatz starten“ auf „0“ unterbrochen, hält der Antrieb mit der im aktuellen Fahrsatz eingestellten Rampe. Der unterbrochene Fahrsatz oder automatische Ablauf von Fahrsätzen kann durch Setzen von „Wiederaufnehmen“ und eine fallende Signalflanke für „Fahrsatz starten“ fortgesetzt werden. Ist „Wiederaufnehmen“ auf „1“ gesetzt und kein gültiger Fahrsatz verfügbar, wird der durch die Fahrsatzumschaltung gewählte Fahrsatz angewendet. Ein gültiger Fahrsatz wird durch den Parameter *Wiederaufnahmefahrsatz* **1249** angezeigt. *Wiederaufnahmefahrsatz* **1249** zeigt -1, wenn kein gültiger Fahrsatz vorhanden ist oder der letzte Fahrsatz oder Ablauf von Fahrsätzen nicht unterbrochen wurde.

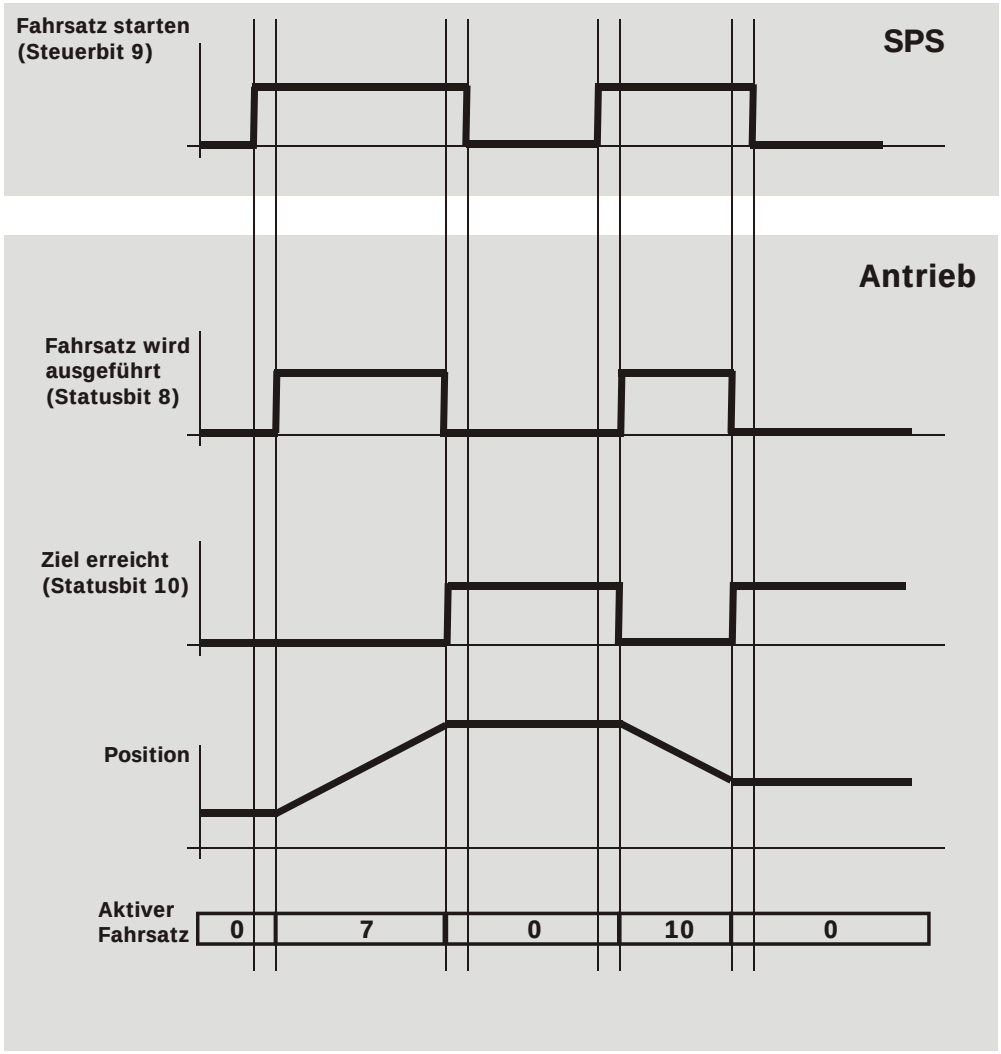
„Ziel erreicht“ wird gesetzt, wenn die Istposition von Fahrsätzen mit absoluter oder relativer Positionierung das Zielfenster (*position window*) erreicht.

„Getriebe eingekuppelt“ wird gesetzt, wenn die Funktion des elektronischen Getriebes genutzt wird und der Gleichlauf des elektronischen Getriebes erreicht ist.

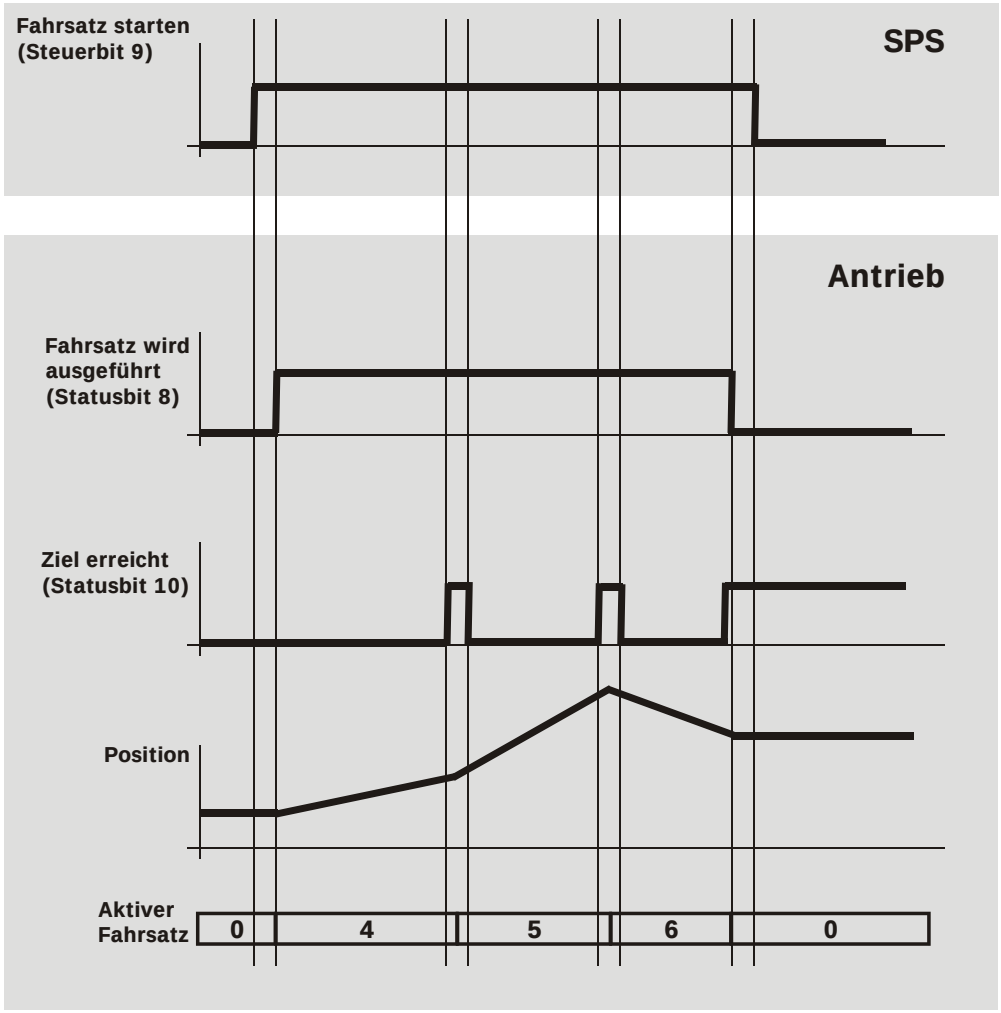
Das Setzen von *Halt* auf „1“ unterbricht einen aktuell ausgeführten Fahrsatz. Die Achse wird mit der im aktuellen Fahrsatz eingestellten Rampe angehalten. „Ziel erreicht“ wird auf „1“ gesetzt, wenn die Geschwindigkeit den Wert 0 erreicht. Der Antrieb bleibt im Zustand „Betrieb – Freigegeben“. Durch Rücksetzen von *Halt* auf „0“ wird der unterbrochene Fahrsatz fortgesetzt.

Beispiele:

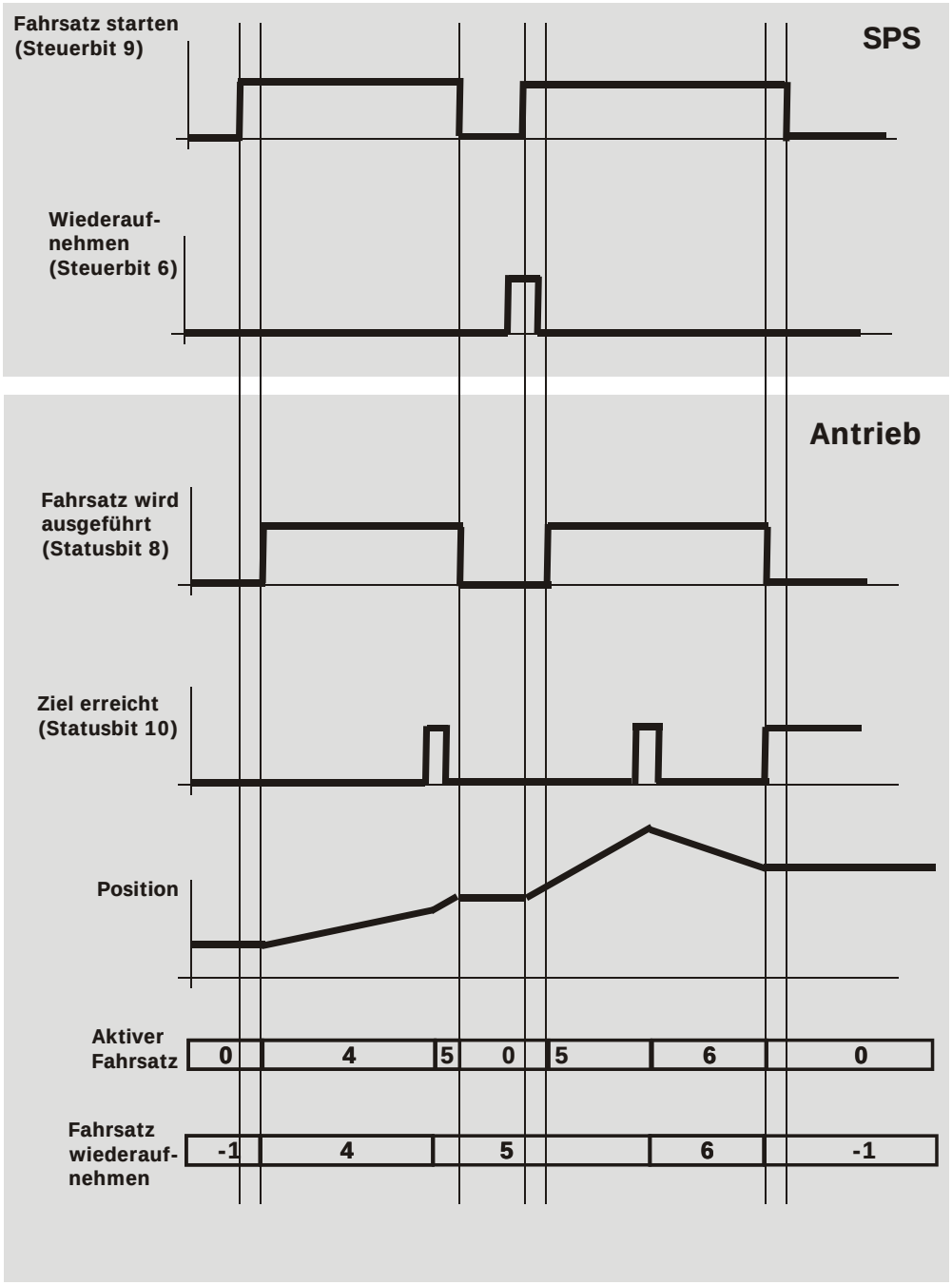
Einzelfahrauftrag (einzelner Fahrsatz),
Automatischer Ablauf (Steuerbit 4) = 0,
Zwei Fahrsätze: 7 und 10



Automatischer Ablauf,
Automatischer Ablauf (Steuerbit 4) = 1,
Ablauf = Fahrsatz 4, 5, 6



Unterbrochener Ablauf von Fahrsätzen,
Automatischer Ablauf (Steuerbit 4) = 1,
Ablauf = Fahrsatz 4, 5, 6,
Fahrsatz 5 unterbrochen



11.4.5.1 Sequenz Beispiel

Um den “Table travel record mode“ zu starten, muss die korrekte Sequenz von der SPS gesendet werden.

1	Steuerwort =	0x0000	Spannung sperren
1	Zustandswort =	0x0050	Einschalten gesperrt
2	Modes of Operation =	-1	(Table travel record mode)
3	Steuerwort =	0x0006	Stillsetzen
	Zustandswort =	0x0031	Einschaltbereit
4	Steuerwort =	0x0007	Einschalten
	Zustandswort =	0x0033	Eingeschaltet
5a	Steuerwort =	0x000F	Betrieb freigeben.
	Zustandswort =	0xnn37	Betrieb freigegeben
5b	Steuerwort =	0x020F	Starte Fahrsatz 1 als Einzelfahrsatz.
	Zustandswort =	0xn337	Betrieb freigegeben und Positionierung aktiv.
	Zustandswort =	0xn637	Betrieb freigegeben und Ziel erreicht.
5c	Steuerwort =	0x0A0F	Starte Fahrsatz 2 als Einzelfahrsatz.
	Zustandswort =	0xn337	Betrieb freigegeben und Positionierung aktiv.
	Zustandswort =	0xn637	Betrieb freigegeben und Ziel erreicht.
5d	Steuerwort =	0x120F	Starte Fahrsatz 3 als Einzelfahrsatz.
	Zustandswort =	0xn337	Betrieb freigegeben und Positionierung aktiv.
	Zustandswort =	0xn637	Betrieb freigegeben und Ziel erreicht.
5e	Steuerwort =	0x021F	Starte Fahrsatz 1 als Sequenz-Fahrsatz.
	Zustandswort =	0xn337	Betrieb freigegeben und Positionierung aktiv.
	Zustandswort =	0xn637	Betrieb freigegeben und Ziel erreicht.
5f	Steuerwort =	0x004F	Letzten Fahrsatz als Einzelfahrsatz wieder aufnehmen.
	Zustandswort =	0xn337	Betrieb freigegeben und Positionierung aktiv.
	Zustandswort =	0xn637	Betrieb freigegeben und Ziel erreicht.
5g	Steuerwort =	0x005F	Letzten Fahrsatz als Sequenz-Fahrsatz wieder aufnehmen.
	Zustandswort =	0xn337	Betrieb freigegeben und Positionierung aktiv.
	Zustandswort =	0xn637	Betrieb freigegeben und Ziel erreicht.

⚠ WARNUNG

Gefährlicher Zustand durch neuen Modus!

Wird *Override Modes Of Operation* **1454** im Betrieb geändert (Steuerwort = 0xnnnF), kann im neuen Modus ein gefährlicher Zustand auftreten.

- Vor einem Wechsel von *Override Modes Of Operation* **1454** das Zustandswort überprüfen (beispielsweise auf Zustand 0xnn33).

Nachdem die Sequenz der ersten vier Steuerwörter korrekt abgearbeitet wurde, ist das ACU betriebsbereit (dunkel markierter Tabellenbereich).
Im Zustand „Betrieb freigegeben“ (0xnnnF) kann der Zustand des Motion Control geändert werden (weiß markierter Tabellenbereich).
Bit 9 „Fahrsatz starten“ muss während der Positionierung aktiv sein. Wenn Bit 9 auf „0“ zurückgesetzt wird, wird die Positionierung unterbrochen.
Solange 0x0007 aktiv ist, kann auch der „Modes of Operation“ ohne Gefahr geändert werden. Nachdem *Override Modes Of Operation* **1454** auf einen anderen Wert gesetzt wurde kann der Betrieb mit einer entsprechenden Sequenz gestartet werden.

11.4.6 Endschalter freifahren

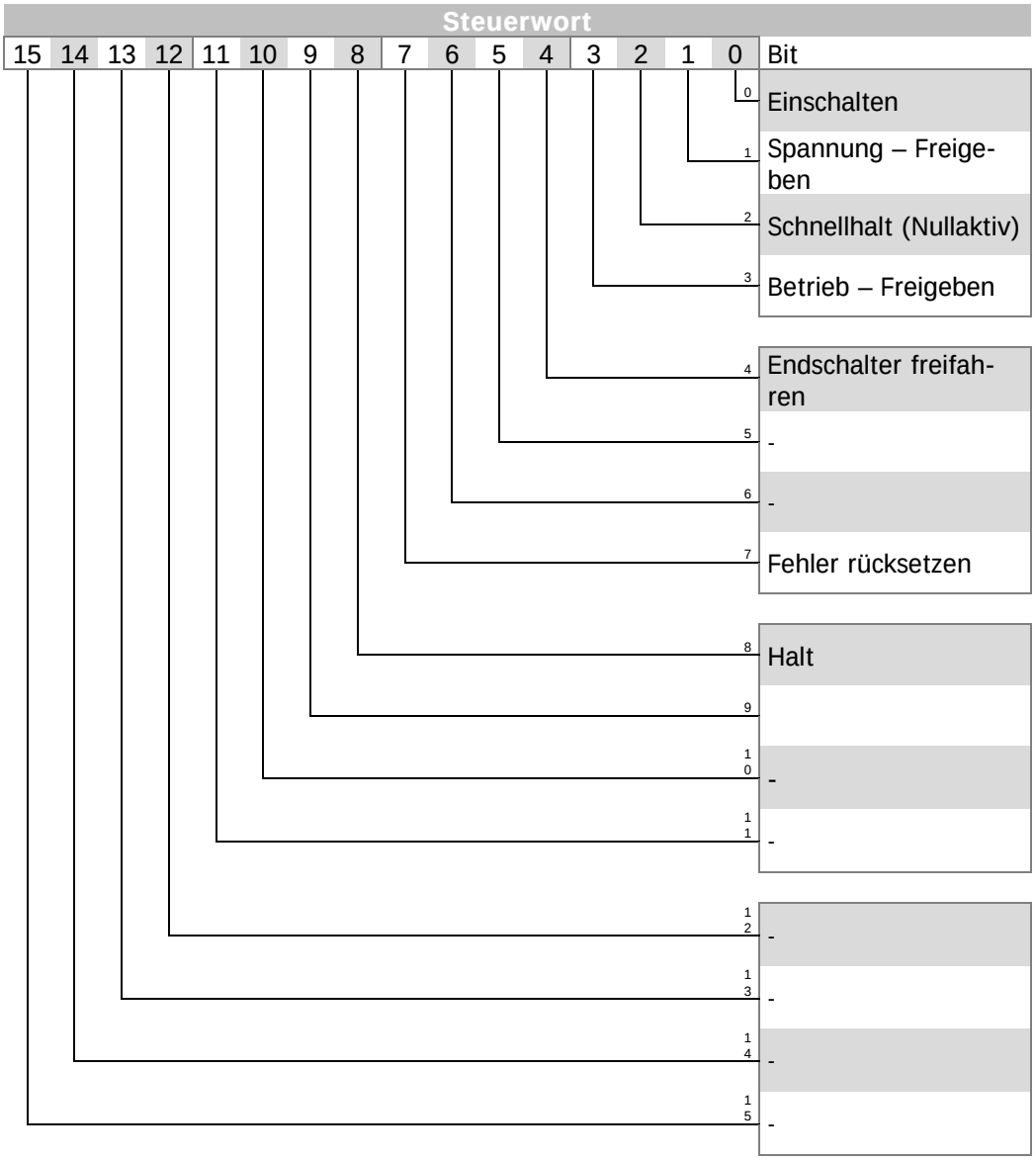
Die Betriebsart „Endschalter freifahren“ kann über den Parameter *Override Modes Of Operation* **1454** = **-2** gewählt werden.

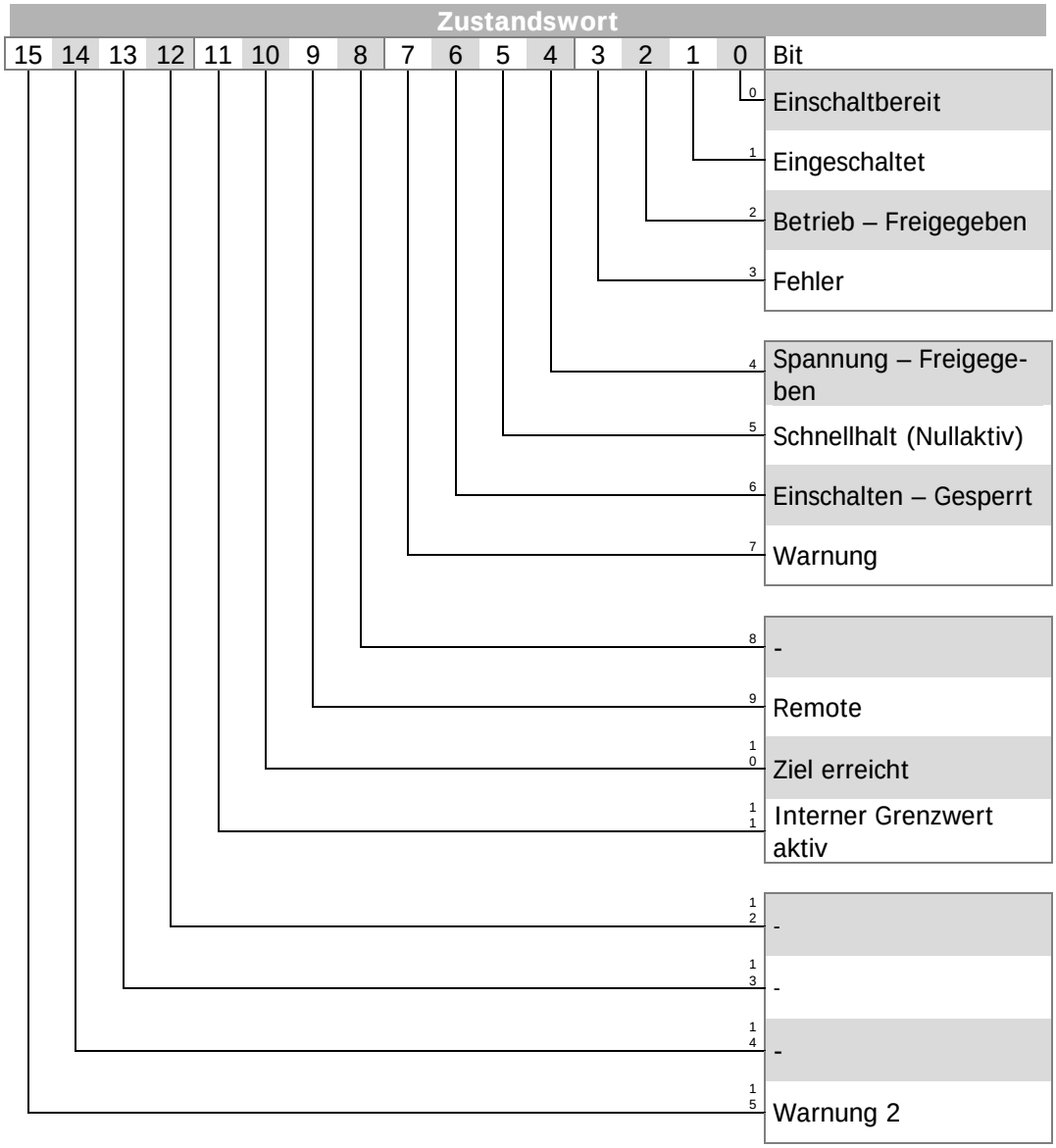
In der Betriebsart „Endschalter freifahren“ fährt der Antrieb selbständig von einem ausgelösten Endschalter in den zulässigen Fahrbereich zurück.

Zugehörige Parameter:

410	*Steuerwort*	**1454**	*Override Modes Of Operation*
411	*Zustandswort*	**1179**	*Notstop-Rampe*
418	*Minimale Frequenz*	**1133**	*Geschw. Schleichgang*
419	*Maximale Frequenz*	**1134**	*Beschleunigung*

In der Betriebsart „Endschalter freifahren“ werden die betriebsartabhängigen Bits des Steuerwortes und Zustandswortes folgendermaßen genutzt:





HINWEIS

Der Modus „Endschalter freifahren“ funktioniert immer mit Hardware Endschaltern. Für Software Endschalter funktioniert der Modus nur wenn eine Software Endschalter *Fehlerreaktion* **1144** mit Fehlerabschaltung ausgewählt wurde. Wenn eine Einstellung mit Warnung (zum Beispiel „10-Warnung“) ausgewählt wurde, wird der Software Endschalter keinen Fehler auslösen und daher auch die Funktion „Endschalter freifahren“ den Software Endschalter nicht freifahren.

HINWEIS

Der Modus „Endschalter freifahren“ darf nicht verwendet werden, wenn eine der folgenden Fehlermeldungen auftrat:

- F1444 Pos. Endschalter < Neg Endschalter
- F1445 Beide Endschalter gleichzeitig
- F1446 Endschalter falsch angeschlossen

Ist einer dieser Fehler aufgetreten, muss zuerst die Verdrahtung und Parametrierung überprüft werden bevor der Betrieb wiederaufgenommen wird.

Steuerwort (*control word*)

Bezeichnung	Wert	Beschreibung
Endschalter freifahren **Bit 4**	0	Nicht starten oder Bewegung abbrechen
	1	Starte (oder Wiederaufnahme) Bewegung vom Endschalter in Verfahrbereich
Halt **Bit 8**	0	Befehl von Bit 4 „Endschalter freifahren“ ausführen
	1	Achse mit der Rampe des aktuellen Fahrsatzes anhalten. Der Frequenzumrichter bleibt im Status „Betrieb – Freigegeben“

Zustandswort

Bezeichnung	Wert	Beschreibung	
Ziel erreicht **Bit 10**	0	Halt (Steuerbit 8) = 0:	Endschalter noch aktiv
		Halt (Steuerbit 8) = 1:	Achse verzögert
	1	Halt (Steuerbit 8) = 0:	Endschalter freigefahren
		Halt (Steuerbit 8) = 1:	Achse hat Geschwindigkeit 0

Grundlegende Funktionen

In Modus -2 „Endschalter freifahren“ wird der Antrieb aus einem angefahrenen Hardware-Endschalter oder einem Software-Endschalter freigefahren. Die Drehrichtung resultiert aus dem aktiven Endschalter: Wenn der positive Endschalter aktiv ist, wird der Antrieb in negative Richtung bewegt und umgekehrt.

Der Modus „Endschalter Freifahren“ wird im Status „Betrieb freigegeben“ durch Steuerwort Bit 4 „Endschalter freifahren“ gestartet. Der Antrieb wird auf die Geschwindigkeit aus Parameter *Geschwindigkeit Schleichgang* **1133** mit der Rampe *Beschleunigung* **1134** beschleunigt. Sobald der aktive Endschalter freigefahren ist, wird der Antrieb gestoppt. Wenn Geschwindigkeit 0 erreicht ist, wird Zustandswort Bit 10 „Ziel erreicht“ gesetzt.

Wenn beide Drehrichtungen blockiert sind, zum Beispiel weil der positive und negative Hardware Endschalter gleichzeitig ausgelöst haben, wird die Fehlermeldung „F1449 Beide Drehrichtungen gesperrt“ ausgelöst. In diesem Fall kann die Funktion „Endschalter freifahren“ nicht verwendet werden.

HINWEIS

In der Freifahrphase eines Hardware Endschalters ist die in Parameter **1149** definierte Hysterese aktiv. Nach Erkennen der Flanke des Endschalters wird mindestsens um die definierte Hysterese-Distanz die Achse noch bewegt.

Das Setzen von *Halt* auf „1“ unterbricht das gestartete Freifahren. Die Achse wird angehalten. Statusbit „Ziel erreicht“ wird auf „1“ gesetzt, wenn die Geschwindigkeit den Wert „0“ erreicht. Der Antrieb bleibt im Zustand „Betrieb – Freigegeben“. Durch Rücksetzen von *Halt* auf „0“ wird das unterbrochene Freifahren fortgesetzt und „Ziel erreicht“ wieder auf „0“ gesetzt.

11.4.6.1 Sequenz Beispiel

Um die Endschalter freizufahren, muss die korrekte Sequenz von der SPS gesendet werden.

1	Steuerwort =	0x0000	Spannung sperren
1	Zustandswort =	0x0050	Einschalten gesperrt
2	Modes of Operation =	-2	(Move away from limit switch mode)
3	Steuerwort =	0x0006	Stillsetzen
	Zustandswort =	0x0031	Einschaltbereit
4	Steuerwort =	0x0007	Einschalten
	Zustandswort =	0x0033	Eingeschaltet
5	Steuerwort =	0x000F	Betrieb freigeben.
	Zustandswort =	0xnn37	Betrieb freigegeben
6	Steuerwort =	0x001F	Endschalter freifahren
	Zustandswort =	0xn2B7	Betrieb freigegeben, Endschalter aktiv, Freifahren aktiv.
	Zustandswort =	0xn637	Betrieb freigegeben und Endschalter freigefahren (Ziel erreicht).

⚠ WARNUNG

Gefährlicher Zustand durch neuen Modus!

Wird *Override Modes Of Operation* **1454** im Betrieb geändert (Steuerwort = 0xnnnF), kann im neuen Modus ein gefährlicher Zustand auftreten.

- Vor einem Wechsel von *Override Modes Of Operation* **1454** das Zustandswort überprüfen (beispielsweise auf Zustand 0xnn33).

Nachdem die Sequenz der ersten vier Steuerwörter korrekt abgearbeitet wurde, ist das ACU betriebsbereit (dunkel markierter Tabellenbereich).
Im Zustand „Betrieb freigegeben“ (0xnnnF) kann der Zustand des Motion Control geändert werden (weiß markierter Tabellenbereich).
Bit 4 „Endschalter freifahren“ muss während der Freifahrphase aktiv sein. Wenn Bit 4 auf „0“ zurückgesetzt wird, wird das Freifahren abgebrochen.
Solange 0x0007 aktiv ist, kann auch der „Modes of Operation“ ohne Gefahr geändert werden. Nachdem *Override Modes Of Operation* **1454** auf einen anderen Wert gesetzt wurde kann der Betrieb mit einer entsprechenden Sequenz gestartet werden.

11.4.7 Elektronisches Getriebe: Slave

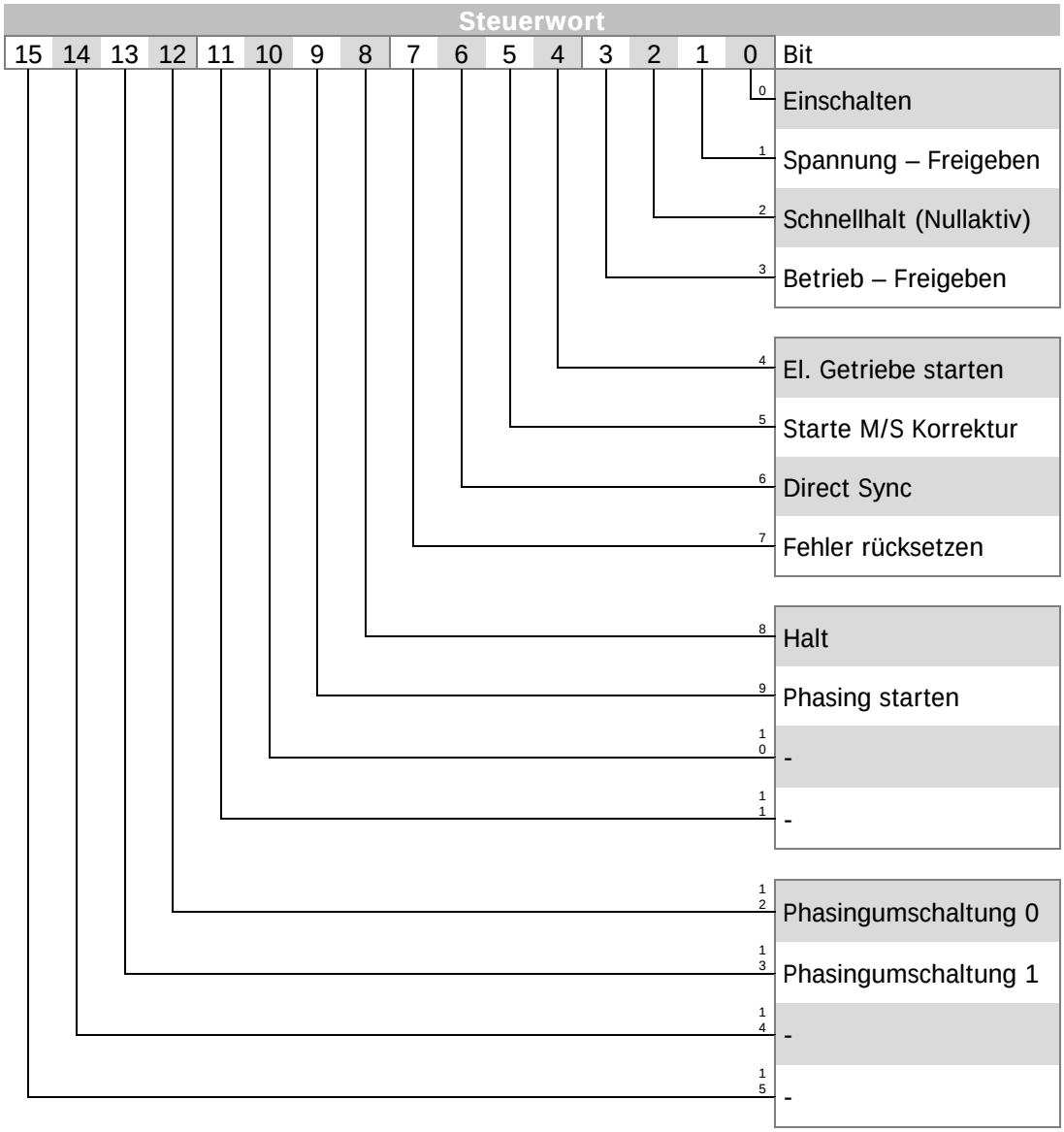
Die Betriebsart „Elektronisches Getriebe: Slave“ kann über den Parameter *Override Modes Of Operation* **1454** =**-3** gewählt werden.

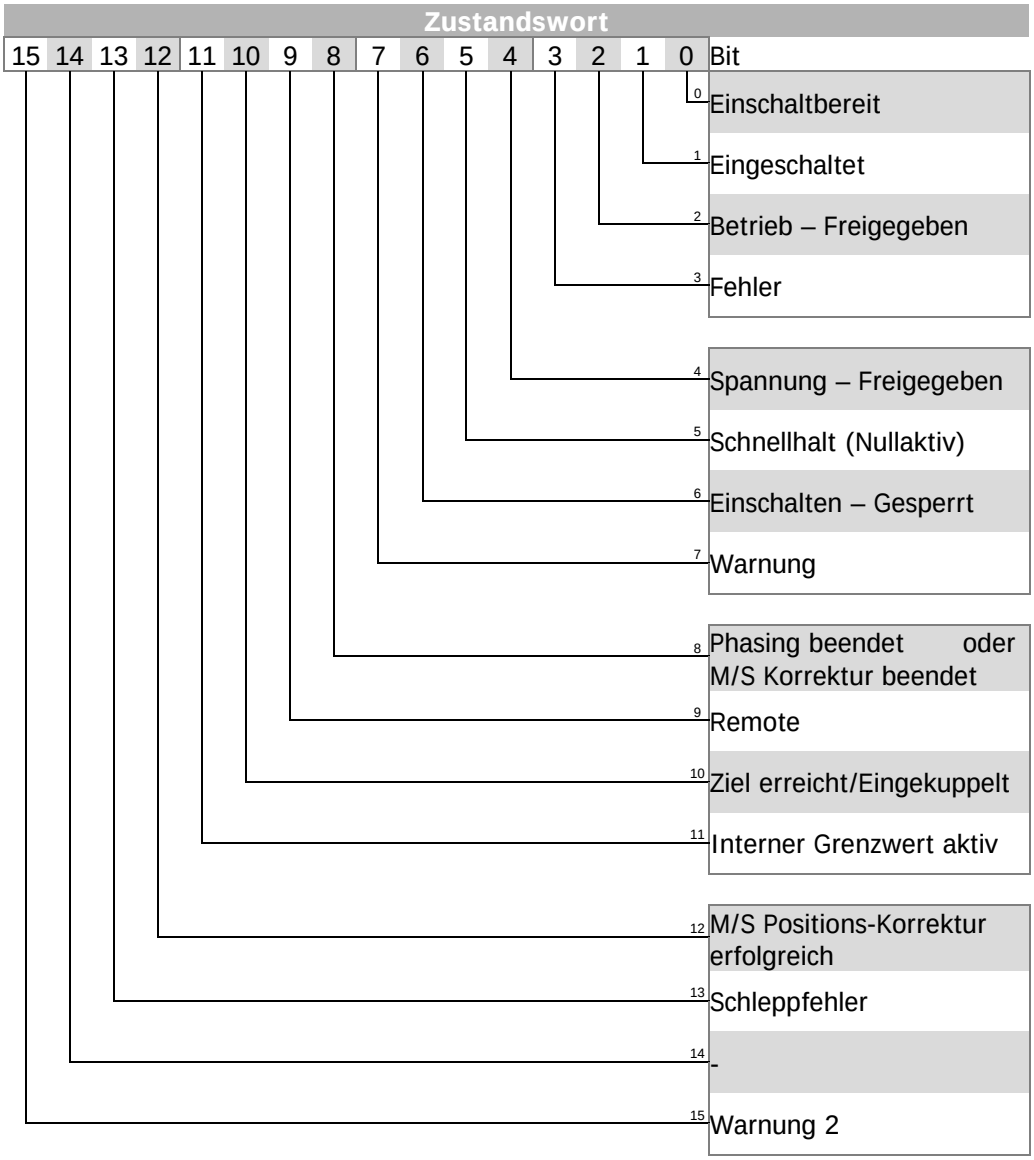
In der Betriebsart „Elektronisches Getriebe: Slave“ folgt der Antrieb als Slave-Antrieb einem Master-Antrieb.

Zugehörige Parameter:

410	*Steuerwort*	**1126**	*Phasing: Geschwindigkeit*
411	*Zustandswort*	**1127**	*Phasing: Beschleunigung*
418	*Minimale Frequenz*	**1108**	*Lageistwert*
419	*Maximale Frequenz*	**1106**	*Fehlergrenze*
1454	*Override Modes Of Operation*	**1119**	*Schleppfehler Zeit*
1123	*Getriebefaktor Zaehler*	**1165**	*Zielfenster*
1124	*Getriebefaktor Nenner*	**1166**	*Zielfenster Zeit*
1142	*Resync. bei Getriebefaktoraenderung*	**1179**	*Notstop-Rampe*
1125	*Phasing: Offset*		

In der Betriebsart „Elektronisches Getriebe: Slave“ werden die betriebsartabhängigen Bits des Steuerwortes und Zustandswortes folgendermaßen genutzt:





⚠ WARNUNG

Gefährlicher Zustand durch fehlerhafte Parametrierung Modus!

Die Funktion Master/Slave Positionskorrektur darf erst nach kompletter Parametrierung dieser Funktion verwendet werden. Beachten Sie für die Parametrierung Kapitel 11.4.7.1 „Master/Slave Positionskorrektur“.

Steuerwort (*control word*)

Bezeichnung	Wert	Beschreibung
El. Getriebe starten **Bit 4**	0	Antrieb stoppen mit Rampe *Override Profile Deceleration* **1458**
	1	Starte elektronisches Getriebe mit Sollwert Master-Geschwindigkeit mit Rampe *Override Profile Acceleration* **1457**
M/S Positionskorrektur starten **Bit 5**	0	M/S Positionskorrektur nicht gestartet.
	1	Starte M/S Positionskorrektur Beachten Sie Kapitel 11.4.7.1 „Master/Slave Positionskorrektur“.
Direct Sync **Bit 6**	0	Direkte Synchronisation eingeschaltet.
	1	Direkte Synchronisation ausgeschaltet.
Halt **Bit 8**	0	Befehl von Bit 4 „El. Getriebe starten“ ausführen
	1	Achse mit der Rampe des aktuellen Fahrsatzes anhalten. Der Frequenzumrichter bleibt im Status „Betrieb – Freigegeben“.
Phasing starten **Bit 9**	0	Phasing ausgeschaltet/abgebrochen
	1	Phasing starten mit Profil definiert über Bits 12 & 13
Phasingumschaltung 0...1 **Bit 12...13**	n	Starte Fahrsatz = n + 1

Phasingumschaltung:

Steuerwort															
15	**14**	**13**	**12**	**11**	**10**	**9**	**8**	**7**	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
		Ph.-Ums.				Pha	Halt		DS		SG				
		1	**0**												

Phasing Profil = Phasing Umschaltung +1

Phasingumschaltung		Phasing Profil
Bit 13	Bit 12	
0	0	1
0	1	2
1	0	3
1	1	4

Zustandswort

Bezeichnung	Wert	Beschreibung	
Phasing (oder M/S Korrektur) beendet **Bit 8**	0	Phasing (oder M/S Korrektur) läuft oder wurde noch nicht gestartet.	
	1	Phasing (oder M/S Korrektur) beendet.	
Ziel erreicht/ Eingekuppelt **Bit 10**	0	Halt = 0:	Elektronisches Getriebe (noch) nicht eingekuppelt
		Halt = 1:	Achse verzögert
	1	Halt = 0:	Elektronisches Getriebe ist eingekuppelt
		Halt = 1	Achse hat Geschwindigkeit 0
M/S Positionskorrektur erfolgreich **Bit 12**	0	M/S Positionskorrektur läuft oder wurde noch nicht gestartet.	
	1	M/S Positionskorrektur abgeschlossen. Beachten Sie Kapitel 11.4.7.1 „Master/Slave Positionskorrektur“.	
Schleppfehler **Bit 13**	0	Kein Schleppfehler.	
	1	Schleppfehler.	

Grundlegende Funktionen
Modus „-3 Elektronisches Getriebe: Slave“ implementiert eine Betriebsart für einen Slave-Antrieb im elektronischen Getriebe zu einem Master-Antrieb. Der Master des Elektronischen Getriebes muss über Signalkabel oder Systembus (empfohlen) mit dem Slave verbunden sein. Der Master-Eingang wird im Slave über den Parameter *Quelle Masterposition* **1122** ausgewählt.

Betriebsart **1122**	**Funktion**
0 - Aus	Keine Quelle ausgewählt.
1 - Drehgeber 1	Die aktuelle Drehzahl und Position des Master-Antriebs wird vom Drehgebereingang 1 übernommen.
2 - Drehgeber 2/Resolver	Die aktuelle Drehzahl und Position des Master-Antriebs wird vom Drehgebereingang 2 oder Resolver übernommen.
11 - RxPDO1.Long1 extrapoliert	Die aktuelle Position des Masterantriebs wird vom Prozessdatenkanal RxPDO1.Long1 des Systembus übernommen. Zusätzlich werden die empfangenen Daten extrapoliert, auch für langsame Einstellungen von TxPDO Time des Master. Je nach Anwendung eine Einstellung des entsprechenden TxPDO.Long des Master wählen: • „606 – interner Lageistwert (16/16)“, mechanische Position des Master-Antriebs. Wert **ändert sich nicht sprunghaft** beim Abschluss einer Referenzfahrt des Master-Antriebs. • „607 – Lageistwert (16/16)“, mechanische Position des Master-Antriebs. Wert springt bei einer Referenzfahrt des Master-Antriebs. • „620 - Fahrprofilgen.: interner Lagesollwert“, Referenzposition des Master-Antriebs., Vorteil: Verbesserung der Reglereigenschaften. Wert **ändert sich nicht sprunghaft** beim Abschluss einer Referenzfahrt des Master-Antriebs. • „627 - Fahrprofilgen.: Lagesollwert“, Referenzposition des Master-Antriebs.; Vorteil: Verbesserung der Reglereigenschaften. Wert springt bei einer Referenzfahrt des Master-Antriebs. Die Einstellungen 607 und 627 sind nur in Ausnahmefällen zu verwenden. In den meisten Anwendungen ist die Quelle 606 oder 620 die sinnvollere Einstellung.

In der Einstellung „11 - RxPDO1.Long1 extrapoliert“ des Parameters *Quelle Masterposition* **1122** muss für den funktionssicheren Betrieb die *Betriebsart* **1180** der Systembus-Synchronisation auf 1 oder 10 eingestellt werden.

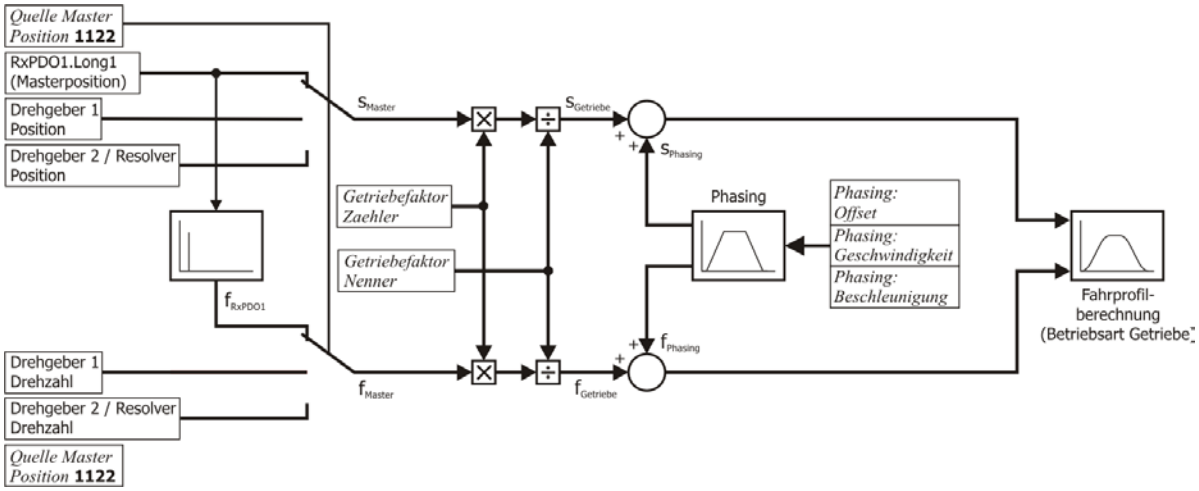
Betriebsart **1180**
0 - Off [1]
1 - RxPDO1 [2]
2 - RxPDO2 [3]
3 - RxPDO3 [3]
10 - SYNC

[1] Erfolgt die Fehlermeldung „F1453 Systembus-Synchronisation nicht aktiviert“ beim Start des Slave-Antriebs, muss Betriebsart 1, 2, 3 oder 10 gewählt werden.
[2] Synchronisation der Verarbeitung auf das Datentelegramm oder zyklisches Senden des SYNC-Telegramms.
[3] Nicht empfohlen für el. Getriebe, da keine Extrapolation erfolgt.

Die Synchronisation zwischen mehreren Antrieben muss mit hohen Aktualisierungsraten erfolgen, um optimale Ergebnisse zu gewährleisten. Stellen Sie entsprechend beim Sender des TxPDO-Objektes einen niedrigen Wert für die Zeit (beispielsweise *TxPDO1 Time* **931**) ein. Wenn Sie die SYNC-Funktion des Systembusses nutzen, stellen Sie den Parameter *SYNC-Time* **919** auf einen niedrigen Wert.
Beachten Sie, dass die Buslast des Systembusses durch diese Einstellungen ausreichend Reserve für einen ordnungsgemäßen Betrieb bieten muss.

Der Systembus ist in den Anleitungen der Erweiterungsmodule mit Systembus-Schnittstelle beschrieben.

Blockschaltbild Elektronisches Getriebe und Phasing-Funktion



Die Master Position und Geschwindigkeit wird mit dem *Getriebefaktor* multipliziert. Wenn ein Phasing gestartet wird, wird das Phasing Profil zur Master Geschwindigkeit addiert bis der Phasing Offset erreicht ist.

Der *Getriebefaktor* wird über folgende Parameter definiert:

Parameter	
1123	*Getriebefaktor Zaehler*
1124	*Getriebefaktor Nenner*
1142	*Resync. bei Getriebefaktoraenderung*

Das *Phasing* wird über folgende Parameter definiert:

Parameter	
1125.1 **1125.2** **1125.3** **1125.4**	*Phasing: Offset*
1126.1 **1126.2** **1126.3** **1126.4**	*Phasing: Geschwindigkeit*
1127.1 **1127.2** **1127.3** **1127.4**	*Phasing: Beschleunigung*

Starte Elektronisches Getriebe und Zustandsbits
Das elektronische Getriebe wird mit Steuerwort Bit 4 „Starte Elektronisches Getriebe“ gestartet. Der Antrieb beschleunigt entsprechend Parameter *Override Profile Acceleration* **1457**. Sobald die Slave-Geschwindigkeit in den Master eingekuppelt ist, wird Zustandswort Bit 10 „Ziel erreicht/Getriebe eingekuppelt“ gesetzt. Die Bedingungen für den Zustand „Eingekuppelt“ werden über die Parameter *Schwelle fuer „Getriebe eingekuppelt“* **1168** und *Zeit fuer „Getriebe eingekuppelt“* **1169** eingestellt.

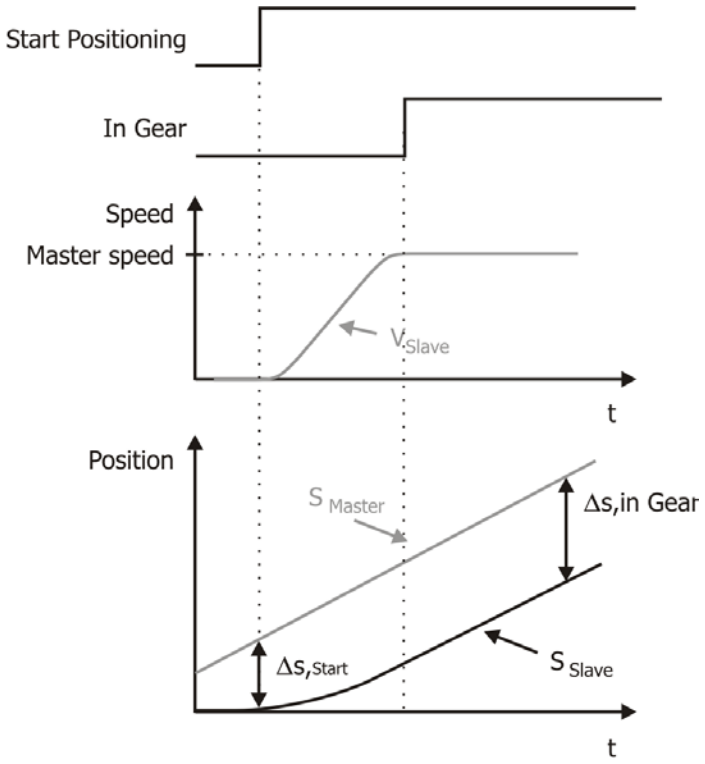
„Ziel erreicht/Getriebe eingekuppelt“ wird gesetzt, wenn die Funktion des elektronischen Getriebes genutzt wird und der Gleichlauf des elektronischen Getriebes erreicht ist.

Das Setzen von *Halt* auf „1“ unterbricht eine aktuell ausgeführte Bewegung. Die Achse wird mit Rampe *Override Profile Deceleration* **1458** angehalten. „Ziel erreicht“ wird zum Start der Verzögerung auf „0“ gesetzt und auf „1“ gesetzt wenn die die Geschwindigkeit den Wert 0 erreicht. Der Antrieb bleibt im Zustand „Betrieb – Freigegeben“. Durch Rücksetzen von *Halt* auf „0“ wird die unterbrochene Bewegung fortgesetzt. Das Bit „Ziel erreicht“ wird zum Start der Beschleunigung auf „0“ gesetzt und auf „1“ gesetzt wenn die Bedingungen für „Eingekuppelt“ der Parameter *Schwelle fuer „Getriebe eingekuppelt“* **1168** und *Zeit fuer „Getriebe eingekuppelt“* **1169** erreicht sind.

Phasing
Mit der Phasing-Funktion wird die Slaveposition gegenüber der empfangenen Masterposition um den Wert einer Phasing-Position verschoben.

Das Phasing wird in diesem Kapitel weiter oben beschrieben.

Funktion ohne Direkte Synchronisation
(“Standard Synchronization“)
Der Antrieb beschleunigt auf die Masterdrehzahl mit den im Fahrsatz parametrierten Rampen. Ist die Masterdrehzahl das erste Mal erreicht, wird der Antrieb mit dem Masterantrieb synchronisiert. Der Slave wird an der aktuellen Position eingekuppelt und anschließend winkelsynchron zum Master gefahren. Für eine relative Positionierung ist diese Einkuppelposition die Startposition.
Die Verläufe von Beschleunigung und Verzögerung zur Synchronisation folgen einer S-Kurve.
Die relative Positionsänderung bedingt durch die Beschleunigung wird nicht kompensiert.

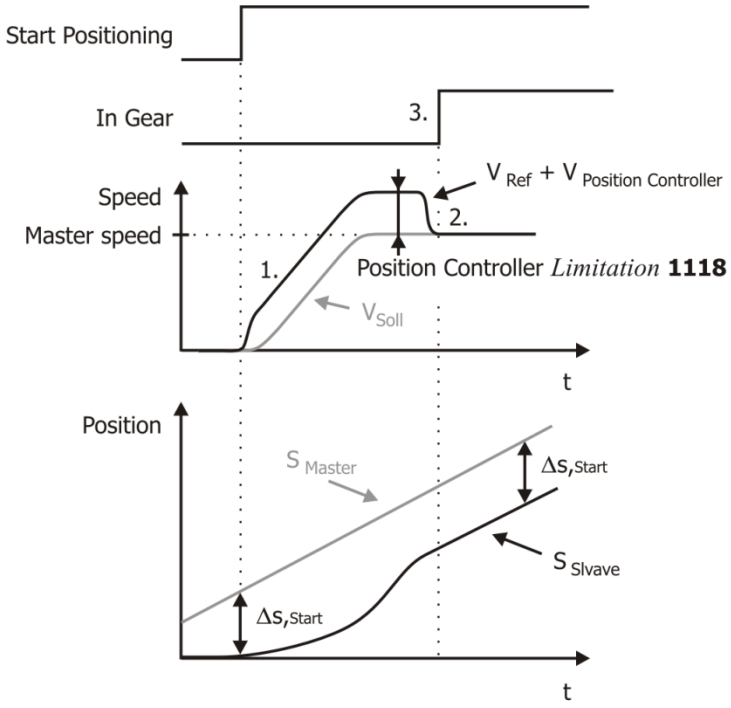


Funktion mit Direkter Synchronisation

Der Antrieb beschleunigt auf die Masterdrehzahl mit den im Fahrsatz parametrierten Rampen. Beim Start des Fahrsatzes wird der Antrieb direkt mit dem Masterantrieb synchronisiert. Die Master-Position wird vom Lageregler direkt verarbeitet.

Die Verläufe von Beschleunigung und Verzögerung zur Synchronisation folgen einer S-Kurve.

Die relative Positionsänderung bedingt durch die Beschleunigung wird durch den Lageregler (Position Controller) kompensiert.



11.4.7.1 Master/Slave Positionskorrektur

HINWEIS

Für die Nutzung dieser Funktion müssen Master-Antrieb und Slave-Antrieb die gleichen mechanischen Eigenschaften (z.B. Getriebeübersetzungen) und das gleiche Bezugssystem verwenden.

Die Master/Slave Positionskorrektur bietet als Teil des elektronischen Getriebes die Möglichkeit, die absolute Position des Slaves mit der absoluten Position des Masters zu synchronisieren.
Diese Funktion ist zum Beispiel in Anwendungen hilfreich, in denen Antriebe häufig unabhängig voneinander arbeiten und für gewisse Tätigkeiten zusammenarbeiten müssen. Zum Beispiel kann das bei Kränen der Fall sein, die bei normalen Lasten unabhängig voneinander operieren und bei schweren Lasten zusammengeschaltet werden müssen. Um das Zusammenschalten zu beschleunigen, kann die Master/Slave Positionskorrektur verwendet werden, um den Slave-Antrieb direkt auf die absolute Position des Master-Antriebs zu synchronisieren.
Zusätzlich kann durch einen Offset ein relativer Bezug in der Zielposition eingestellt werden.

Vorbereitung Master-Antrieb
Der Master-Antrieb muss wie folgt parametriert werden:
TxPDO2 Identifier **927 =** 640 (oder ein anderer nicht benutzter Identifier)
TxPDO2 Function **932** = 1 – controlled by time oder 2 – controlled by SYNC
TxPDO2.Long1 **964** = 743 – Act. Position [User Units]

Zusätzlich müssen folgende Parameter entsprechend des elektronischen Getriebes gesetzt sein:
TxPDO1.Long1 **954** entsprechend Beschreibung zu *Quelle Masterposition* **1122**
TxPDO1 Identifier **925 =** 384 (oder ein anderer nicht benutzter Identifier)
TxPDO1 Function **930** = 1 – controlled by time oder 2 – controlled by SYNC

Vorbereitung Slave-Antrieb
Der Slave-Antrieb muss wie folgt parametriert werden:
RxPDO2 Function **926 =** 640 (oder der im Master-Antrieb definierte Identifier)

Zusätzlich müssen folgende Parameter entsprechend des elektronischen Getriebes gesetzt sein:
RxPDO1 Function **924 =** 384 (oder der im Master definierte Identifier)
Quelle Masterposition **1122** = 11 – RxPDO1.Long

Die Funktion Master/Slave Positionskorrektur erwartet die Zielposition [u] immer in RxPDO2.Long1. Bei Nutzung dieser Funktion darf RxPDO2.Long1 sowie RxPDO2.Word1, RxPDO2.Word2, RxPDO2.Boolean1 und RxPDO2.Boolean2 für keine anderen Zwecke verwendet werden.

Starten der Master/Slave Positionskorrektur im Slave-Antrieb

Zum Starten der Master/Slave Positionskorrektur muss zuerst Bit 4 und anschließend Bit 5 im Steuerwort gesetzt werden. Bit 5 darf erst gesetzt werden, wenn Bit 10 „In Gear“ im Zustandswort angezeigt wird.
Durch das Setzen von Bit 5 im Steuerwort wird der Slave-Antrieb gestartet, um auf die Position des Masters + Offset zu positionieren.
Die Beschleunigung erfolgt mit *Beschleunigung* **1134**. Die verwendete Geschwindigkeit wird über *Geschw. Eilgang* **1132** eingestellt.

Solange die Master/Slave Positionskorrektur ausgeführt wird, ist Bit 12 im Statuswort deaktiviert. Wurde die Master/Slave Positionskorrektur erfolgreich abgeschlossen wird Bit 12 gesetzt.
Während des Korrekturvorgang ist das Zustandswort Bit 8 „Master/Slave Positionskorrektur“ auf „Low“ gesetzt. Sobald der Korrekturvorgang beendet ist oder abgebrochen wurde, wird das Bit auf „High“ gesetzt. Nach dem ersten Einschalten (oder nach einem Geräte-Reset) ist das „Master/Slave Positionskorrektur“ Bit ebenfalls „Low“.
Da Bit 8 ebenfalls für Phasing verwendet wird, ist immer der zuletzt gestartete Vorgang über das Bit signalisiert.

Offset-Vorgabe

Der Offset für die M/S Synchronisation kann über *M/S Synchronisationsoffset* **1284** vorgegeben werden.

Parameter		Einstellung		
Nr.	**Beschreibung**	**Min.**	**Max.**	**Werkseinstellung**
1284	M/S Synchronisationsoffset	-2147483647 u	2147483647 u	0 u

Anwendungs-Einschränkungen

Die Funktion kann in den allermeisten Anwendungen ohne Einschränkungen verwendet werden. Bei Anwendungen mit sehr großen Verfahrwegen muss folgendes geprüft werden:

- Die zu kompensierende Positionsdifferenz darf nicht größer als 2^{15}-1 Motorumdrehungen sein.
- Die zu kompensierende Positionsdifferenz darf nicht größer als 2^{31}-1 User units sein.

Abhängig vom verwendeten Referenzsystem kann variieren, welche der beiden Grenzen entscheidend ist. Es ist stets die kleinere der beiden Grenzen einzuhalten.

Bei einem Motor mit einer Motornenndrehzahl von 6000 min^{-1} müsste der Motor circa 5,5 Minuten lang in eine Richtung verfahren werden, um diese Grenze zu verletzen.

11.4.7.2 Sequenz Beispiel

Um den “Electronic Gear: Slave mode“ zu starten, muss die korrekte Sequenz von der SPS gesendet werden.

1	Steuerwort =	0x0000	Spannung sperren
1	Zustandswort =	0x0050	Einschalten gesperrt
2	Modes of Operation =	-3	(Electronic Gear: Slave mode)
3	Steuerwort =	0x0006	Stillsetzen
	Zustandswort =	0x0031	Einschaltbereit
4	Steuerwort =	0x0007	Einschalten
	Zustandswort =	0x0033	Eingeschaltet
5	Steuerwort =	0x000F	Betrieb freigeben, Sollwert „0“
	Zustandswort =	0xnn37	Betrieb freigegeben
6a	Steuerwort =	0x001F	Starte Elektronisches Getriebe ohne Direkte Synchronisierung
	Zustandswort =	0xn327	Betrieb freigegeben, Slave (noch) nicht eingekuppelt, Phasing nicht beendet.
	Zustandswort =	0xn337	Betrieb freigegeben, Slave (noch) nicht eingekuppelt, Phasing beendet.
	Zustandswort =	0xn727	Betrieb freigegeben und Slave eingekuppelt, Phasing (noch) nicht beendet.
	Zustandswort =	0xn737	Betrieb freigegeben und Slave eingekuppelt, Phasing beendet.
6b	Steuerwort =	0x005F	Starte Elektronisches Getriebe mit Direkter Synchronisierung
	Zustandswort =	Siehe 6a	Siehe 6a
7a	Steuerwort =	0x021F	Starte Elektronisches Getriebe ohne DS und Phasing Profil 1
	Zustandswort =	Siehe 6a	Siehe 6a
7b	Steuerwort =	0x121F	Starte Elektronisches Getriebe ohne DS und Phasing Profil 2
	Zustandswort =	Siehe 6a	Siehe 6a
7c	Steuerwort =	0x221F	Starte Elektronisches Getriebe ohne DS und Phasing Profil 3
	Zustandswort =	Siehe 6a	Siehe 6a
7d	Steuerwort =	0x321F	Starte Elektronisches Getriebe ohne DS und Phasing Profil 4
	Zustandswort =	Siehe 6a	Siehe 6a
8a	Steuerwort =	0x025F	Starte Elektronisches Getriebe mit DS und Phasing Profil 1
	Zustandswort =	Siehe 6a	Siehe 6a
8b	Steuerwort =	0x125F	Starte Elektronisches Getriebe mit DS und Phasing Profil 2
	Zustandswort =	Siehe 6a	Siehe 6a
8c	Steuerwort =	0x225F	Starte Elektronisches Getriebe mit DS und Phasing Profil 3
	Zustandswort =	Siehe 6a	Siehe 6a
8d	Steuerwort =	0x325F	Starte Elektronisches Getriebe mit DS und Phasing Profil 4
	Zustandswort =	Siehe 6a	Siehe 6a
9	Steuerwort =	0x001F 0x003F	Betrieb freigeben, der Slave synchronisiert auf die Master Position.
	Zustandswort =	0xnn37 0x1n37	Betrieb freigegeben M/S Positionskorrektur abgeschlossen.

⚠ WARNUNG

Gefährlicher Zustand durch neuen Modus!

Wird *Override Modes Of Operation* **1454** im Betrieb geändert (Steuerwort = 0xnnnF), kann im neuen Modus ein gefährlicher Zustand auftreten.

- Vor einem Wechsel von *Override Modes Of Operation* **1454** das Zustandswort überprüfen (beispielsweise auf Zustand 0xnn33).

Nachdem die Sequenz der ersten vier Steuerwörter korrekt abgearbeitet wurde, ist das ACU betriebsbereit (dunkel markierter Tabellenbereich).
Im Zustand „Betrieb freigegeben“ (0xnnnF) kann der Zustand des Motion Control geändert werden (weiß markierter Tabellenbereich).
Bit 4 „Elektronisches Getriebe starten“ muss während der Bewegung aktiv sein. Wenn Bit 4 auf „0“ zurückgesetzt wird, wird die Bewegung unterbrochen.
Solange 0x0007 aktiv ist, kann auch der „Modes of Operation“ ohne Gefahr geändert werden. Nachdem *Override Modes Of Operation* **1454** auf einen anderen Wert gesetzt wurde kann der Betrieb mit einer entsprechenden Sequenz gestartet werden.

Bit 5 „Starte Positionskorrektur“ darf nur verwendet werden, wenn der Slave eingekuppelt ist (Zustandswort Bit 10).
Bit 5 „Starte Positionskorrektur“ sollte für optimale Ergebnisse verwendet werden, wenn der Master Antrieb sich nicht bewegt.
Wenn Bit 5 des Steuerworts auf „0“ zurückgesetzt wird, ist die Bewegung unterbrochen.

12 Istwerte

Istwerte		
Nr.	**Beschreibung**	**Funktion**
11	VABus SST-Error-Register	Modbus oder VABus Fehlerregister. Siehe Kapitel 7.2.9 „Ausnahmebedingungscodes“.
282	Sollfrequenz Bus	Sollwert von serieller Schnittstelle.
283	Sollfrequenz Rampe	Sollwert vom Frequenzsollwertkanal.
411	Zustandswort	Zustandswort. Siehe Kapitel 11.1 „Steuerung über Kontakte/Remote-Kontakte“.

12.1 Istwerte Motion Control Interface / Motion Control Override

Istwerte MCI / MCO		
Nr.	**Beschreibung**	**Funktion**
1107	Geschwindigkeit	Geschwindigkeit in user units/Sekunde [u/s]
1108	Lageistwert	Lageistwert in user units [u]. Siehe auch Kapitel 10.2.3.
1109	Aktueller Schleppfehler	Schleppfehler in user units [u]. Siehe auch Kapitel 10.2.3.
1129	Aktuelle Master-Geschwindigkeit	Aktuelle Master-Geschwindigkeit in user units/Sekunde [u/s]

13 Parameterliste

Die Parameterliste ist numerisch sortiert. Zur besseren Übersicht sind die Parameter mit Piktogrammen gekennzeichnet:

- Der Parameter ist in den vier Datensätzen verfügbar
- ☑ Der Parameterwert wird von der SETUP – Routine eingestellt
- ⊗ Dieser Parameter ist im Betrieb des Frequenzumrichters nicht schreibbar

13.1 Istwerte (Menü „Actual“)

Istwertparameter				
Nr.	**Beschreibung**	**Einh.**	**Anzeigebereich**	**Kapitel**
RS485/RS232				
11	VABusSST-Error-Register	-	0 ... 15	7.2.9
Istwerte des Frequenzumrichters				
228	Sollfrequenz intern	Hz	-1000,00 ... 1000,00	11.3.3
240	Istdrehzahl	min^{-1}	-60000 ... 60000	11.3
249	aktiver Datensatz	-	0 ... 4	11
260	Aktueller Fehler	-	0 ... 0xFFFF	14.5
270	Warnungen	-	0 ... 0xFFFF	14.3
274	Warnungen Applikation	-	0 ... 0xFFFF	14.4
282	Sollfrequenz Bus	Hz	-999,99 ... 999,99	12
283	Sollfrequenz Rampe	Hz	-999,99 ... 999,99	12
Bussteuerung				
411	Zustandswort	-	0 ... 0xFFFF	11.2
Istwerte des Motion Control Interface (MCI)				
1107	Geschwindigkeit	u/s	-2^{31} ... $2^{31}-1$	12.1
1108	Lageistwert	u	-2147483647 ... 2147483647	
1109	Aktueller Schleppfehler	u	-2147483647 ... 2147483647	
1129	Aktuelle Master-Geschwindigkeit	u/s	-2^{31} ... $2^{31}-1$	
1246	Aktiver Fahrsatz	-	-10[1)], -3 ... 32	11.4.5
1249	Wiederaufnahmefahrsatz	-	-1 ... 32	
VABus/TCP				
1431	Module Info	-	Zeichen	VABus/TCP Handbuch

Die Parameter *aktueller Fehler* **260,** *Warnungen* **270** und *Warnungen Applikation* **274** sind nur über Feldbus zugänglich. Sie sind nicht über die Bediensoftware VPlus oder die Bedieneinheit ansprechbar.

13.2 Parameter (Menü „Para“)

Parameter				
Nr.	**Beschreibung**	**Einh.**	**Einstellbereich**	**Kapitel**
Modbus/TCP				
388	Bus Stoerverhalten	-	0 ... 5	6.3
Bussteuerung				
392	Uebergang 5	-	Auswahl	11.3.2
410	Steuerwort	-	0 ... 0xFFFF	11.2
412	Local/Remote	-	Auswahl	11
Datensatzumschaltung				
414	Datensatzanwahl	-	0 ... 4	11
Frequenzrampen				
420	Beschleunigung (Rechtslauf)	Hz/s	0,00 ... 9999,99	11.3
421	Verzoegerung (Rechtslauf)	Hz/s	0,01 ... 9999,99	
422	Beschleunigung Linkslauf	Hz/s	-0,01 ... 9999,99	
423	Verzoegerung Linkslauf	Hz/s	-0,01 ... 9999,99	
424	Nothalt Rechtslauf	Hz/s	0,01 ... 9999,99	
425	Nothalt Linkslauf	Hz/s	0,01 ... 9999,99	
434	Rampensollwert	-	Auswahl	11.3.3
Festfrequenzwerte				
484	Frequenzsollwert RAM	Hz	-999,99 ... 999,99	11.3.3
Festprozentwerte				
524	Prozentsollwert RAM	%	-300,00 ... 300,00	11.3.3
Maximale Regelabweichung				
549	max. Regelabweichung	%	0,01 ... 20,00	11
Auslaufverhalten				
637	Abschaltschwelle Stopfkt.	%	0,0 ... 100,0	11.3.1
638	Haltezeit Stopfunktion	s	0,0 ... 200,0	
Motion Control Interface (MCI): Lageregler				
1104	Zeitkonstante	ms	0 ... 300	10.2.4
MCI: Schleppfehlerüberwachung				
1105	Warngrenze	u	0 ... 2^{31}-1	10.2.3
1106	Fehlergrenze	u	0 ... 2^{31}-1	
MCI: Referenzsystem				
1115	Vorschubkonstante	-	1 ... 2147483647	10.2.1
1116	Getriebe: Wellenumdrehungen	-	1 ... 65535	
1117	Getriebe: Motorumdrehungen	-	1 ... 65535	
MCI: Lageregler				
1118	Begrenzung	u/s	0 ... 2^{31}-1	10.2.5
MCI: Schleppfehlerüberwachung				
1119	Schleppfehler Zeit	ms	0 ... 65535	10.2.3
1120	Fehlerreaktion	-	Auswahl	
MCI: Elektronisches Getriebe				
1122	Quelle Master Position	-	Auswahl	11.4.7 11.4.5
1123	Getriebefaktor Zaehler	-	-32767 ... 32767	
1124	Getriebefaktor Nenner	-	1 ... 65535	
1125	Phasing: Offset	u	-(2^{31}-1) ... 2^{31}-1	
1126	Phasing: Geschwindigkeit	u/s	1 ... 2^{31}-1	
1127	Phasing: Beschleunigung	u/s^2	1 ... 2^{31}-1	

Nr.	Beschreibung	Einh.	Einstellbereich	Kapitel
MCI: Referenzfahrt (Homing)				
1130	Referenzfahrt-Typ	-	0 ... 35	10.2.6 11.4.4
1132	Geschw. Eilgang	-	1 ... 2147483647	
1133	Geschw. Schleichgang	-	1 ... 2147483647	
1134	Beschleunigung	-	1 ... 2147483647	
1135	Verrundungszeit	-	0 ... 2000	
MCI: Elektronisches Getriebe				
1142	Resync. bei Getriebefaktoraende-rung	-	Auswahl	11.4.7
MCI: Endschalter Fehlerreaktion				
1143	Fehlerreaktion	-	Auswahl	10.2.7
MCI: Zielfenster				
1165	Zielfenster	-	Auswahl	10.2.4
1166	Zielfenster Zeit	-	Auswahl	
MCI: Elektronisches Getriebe				
1168	Schwelle fuer „Getriebe eingekup-pelt“	u	1 ... 2^{31}-1	11.4.7
1169	Zeit fuer „Getriebe eingekuppelt“	ms	1 ... 65535	
MCI: Profile Velocity mode [u/s]				
1176	Verrundungszeit Beschl.	ms	0 ... 2000	11.4.2
1178	Verrundungszeit Verz.	ms	0 ... 2000	
MCI: Notstoprampe				
1179	Notstop-Rampe	u/s^2	1 ... 2147483647	10.1
Systembus				
1180	Betriebsart	-	Auswahl	11.4.7
Elektronisches Getriebe				
1275	Max. Slippage	ms	0 ... 2147483647	11.4.2
1276	Velocity Window	u/s	0 ... 65535	
1277	Velocity Window Time	ms	0 ... 65535	
1278	Threshold Window	u/s	0 ... 65535	
1279	Threshold Window Time	ms	0 ... 65535	
Modbus/TCP				
1299	Q. Special Function Generator	-	Auswahl	11.4.1
Modbus/TCP				
1432	IP address	-	-	6.2
1433	Netmask	-	-	6.2
1434	Gateway	-	-	6.2
1435	DNS Server	-	-	6.2
1436	DHCP Option	-	Auswahl	6.2
1437	IP command	-	Auswahl	6.2
1440	Email Function	-	Auswahl	6.2
1441	Email Text (Body)	-	Text	6.2
1439	Modbus/TCP Timeout	ms	0 ... 60000	6.2.3
Motion Control Override				
1454	Override Modes Of Operation	-	Auswahl	10.1
1455	Override Target Position	u	-2^{31}-1...2^{31}-1 u	10.1
1456	Override Profile Velocity	u/s	-1...2^{31}-1 u/s	10.1
1457	Override Profile Acceleration	u/s^2	-1...2^{31}-1 u/s^2	10.1
1458	Override Profile Deceleration	u/s^2	-1...2^{31}-1 u/s^2	10.1
1459	Override Target velocity vl [rpm]	rpm	-32768...32767 rpm	10.1
1460	Override Target velocity pv [u/s]	u/s	-2^{31}-1...2^{31}-1 u/s	10.1

14 Anhang

14.1 Steuerwort (Control Word) Übersicht

Die Tabellen auf dieser Seite geben einen Überblick über die Funktionen der **Steuerwort** Bits.

Bit	*Standard (Keine Positionierung)*	*Positionierung ohne MCI*	*MCI: Velocity Mode*	*MCI: Profile Velocity Mode*	*MCI: Profile Position Mode*
0	Switch On	Switch On	Switch On	Switch On	Switch On
1	Enable Voltage	Enable Voltage	Enable Voltage	Enable Voltage	Enable Voltage
2	Quick Stop (Nullaktiv)	Quick Stop (Nullaktiv)	Quick Stop (Nullaktiv)	Quick Stop (Nullaktiv)	Quick Stop (Nullaktiv)
3	Enable Operation	Enable Operation	Enable Operation	Enable Operation	Enable Operation
4			Rfg enable		New setpoint
5			Rfg unlock		Change set immediately
6			Rfg use ref		Abs/rel
7	Fault reset	Fault reset	Fault reset	Fault reset	Fault reset
8	Halt	Halt	Halt	Halt	Halt
9					Change on setpoint
10					
11					
12					
13					
14					
15					

Bit	*MCI: Interpol. Position Mode*	*MCI: Homing Mode*	*MCI: Table travel record Mode*	*MCI: Move away from Limit Sw.*	*MCI: Electronic Gear: Slave*
0	Switch On	Switch On	Switch On	Switch On	Switch On
1	Enable Voltage	Enable Voltage	Enable Voltage	Enable Voltage	Enable Voltage
2	Quick Stop (Nullaktiv)	Quick Stop (Nullaktiv)	Quick Stop (Nullaktiv)	Quick Stop (Nullaktiv)	Quick Stop (Nullaktiv)
3	Enable Operation	Enable Operation	Enable Operation	Enable Operation	Enable Operation
4	Enable ip-mode	Homing operat.start	Sequence mode	Move away from LS	Start Gearing
5					
6			Resume		Direct Sync
7	Fault reset	Fault reset	Fault reset	Fault reset	Fault reset
8	Halt	Halt	Halt	Halt	Halt
9			Start motion block		Start Phasing
10					
11			Motion Block Select 0		
12			Motion Block Select 1		Phasing Profile Sel. 1
13			Motion Block Select 2		Phasing Profile Sel. 2
14			Motion Block Select 3		
15			Motion Block Select 4		

14.2 Zustandswort (Status Word) Überblick

Die Tabellen auf dieser Seite geben einen Überblick über die Funktionen der Zustandswort-Bits.

Bit	*Standard (Keine Positionierung)*	*Positionierung ohne MCI*	*MCI: Velocity Mode*	*MCI: Profile Velocity Mode*	*MCI: Profile Position Mode*
0	Ready to Switch On	Ready to Switch On	Ready to Switch On	Ready to Switch On	Ready to Switch On
1	Switched On	Switched On	Switched On	Switched On	Switched On
2	Operation enabled	Operation enabled	Operation enabled	Operation enabled	Operation enabled
3	Fault	Fault	Fault	Fault	Fault
4	Voltage enabled	Voltage enabled	Voltage enabled	Voltage enabled	Voltage enabled
5	Quick Stop	Quick Stop	Quick Stop	Quick Stop	Quick Stop (Nullaktiv)
6	Switch On Disabled	Switch On Disabled	Switch On Disabled	Switch On Disabled	Switch On Disabled
7	Warning	Warning	Warning	Warning	Warning
8		Homing done			
9	Remote	Remote	Remote	Remote	Remote
10	Target reached	Target reached	Target reached	Target reached	Target reached
11	Internal limit active	Internal limit active	Internal limit active	Internal limit active	Internal limit active
12				Speed	Set-point acknowl.
13				Max slippage error	Following error
14		Target Pos. reached			
15	Warning 2	Warning 2	Warning 2	Warning 2	Warning 2

Bit	*MCI: Interpol. Position Mode*	*MCI: Homing Mode*	*MCI: Table travel record Mode*	*MCI: Move away from Limit Sw.*	*MCI: Electronic Gear: Slave*
0	Ready to Switch On	Ready to Switch On	Ready to Switch On	Ready to Switch On	Ready to Switch On
1	Switched On	Switched On	Switched On	Switched On	Switched On
2	Operation enabled	Operation enabled	Operation enabled	Operation enabled	Operation enabled
3	Fault	Fault	Fault	Fault	Fault
4	Voltage enabled	Voltage enabled	Voltage enabled	Voltage enabled	Voltage enabled
5	Quick Stop	Quick Stop	Quick Stop	Quick Stop	Quick Stop (Nullaktiv)
6	Switch On Disabled	Switch On Disabled	Switch On Disabled	Switch On Disabled	Switch On Disabled
7	Warning	Warning	Warning	Warning	Warning
8			Motion Block in Progress		Phasing Done
9	Remote	Remote	Remote	Remote	Remote
10	Target reached	Target reached	Target reached	Target reached	Target reached
11	Internal limit active	Internal limit active	Internal limit active	Internal limit active	Internal limit active
12	IP-mode active	Homing attained	In gear		
13		Homing error	Following error		Following error
14					
15	Warning 2	Warning 2	Warning 2	Warning 2	Warning 2

14.3 Warnmeldungen

Die verschiedenen Steuer- und Regelverfahren und die Hardware des Frequenzumrichters beinhalten Funktionen, die kontinuierlich die Anwendung überwachen. Ergänzend zu den in der Betriebsanleitung dokumentierten Meldungen werden weitere Warnmeldungen durch das Feldbusmodul aktiviert. Die Warnmeldungen erfolgen bitcodiert gemäß folgendem Schema über den Parameter *Warnungen* **270**. Der Parameter *Warnungen* **270** ist für das Auslesen über eine SPS vorgesehen, der Parameter *Warnungen* **269** gibt die Informationen mit einer Kurzbeschreibung im VPlus und dem Bedienfeld wieder.

Warnmeldungen		
Bit-Nr.	**Warncode**	**Beschreibung**
0	0x0001	Warnung Ixt
1	0x0002	Warnung Kurzzeit-Ixt
2	0x0004	Warnung Langzeit-Ixt
3	0x0008	Warnung Kühlkörpertemperatur Tk
4	0x0010	Warnung Innenraumtemperatur Ti
5	0x0020	Warnung Limit
6	0x0040	Warnung Init
7	0x0080	Warnung Motortemperatur
8	0x0100	Warnung Netzphasenausfall
9	0x0200	Warnung Motorschutzschalter
10	0x0400	Warnung Fmax
11	0x0800	Warnung Analogeingang MFI1A
12	0x1000	Warnung Analogeingang A2
13	0x2000	Warnung Systembus
14	0x4000	Warnung Udc
15	0x8000	Warnung *Warnstatus Applikation* **367**

Die Bedeutung der einzelnen Warnungen sind in der Bedienungsanleitung detailliert beschrieben.

14.4 Warnmeldungen Applikation

Ist das höchste Bit der Warnmeldung gesetzt, liegt eine „Warnmeldung Applikation“ an. Die Applikationswarnmeldungen erfolgen bitcodiert gemäß folgendem Schema über den Parameter *Warnungen Applikation* **274.** Parameter *Warnungen Applikation* **273** zeigt die Warnungen als Klartext im Bedienfeld und der PC Bediensoftware VPlus.
Verwenden Sie Parameter *Warnungen Applikation* **274** um die Warnmeldungen über Feldbus auszulesen.

Warnmeldungen Applikation

Bit-Nr.	Warncode	Beschreibung	
0	0x0001	BELT	- Keilriemen
1	0x0002	SW-LIM CW	– SW Endschalter Rechts
2	0x0004	SW-LIM CCW	– SW Endschalter Links
3	0x0008	HW-LIM CW	– HW Endschalter Rechts
4	0x0010	HW-LIM CCW	– HW Endschalter Links
5	0x0020	CONT	– Schleppfehler
6	0x0040	ENC	– Warnung Absolutwertgeber
7	0x0080	User 1	– Benutzer Warnung 1
8	0x0100	User 2	– Benutzer Warnung 2
9	0x0200	(reserviert)	
10	0x0400	(reserviert)	
11	0x0800	(reserviert)	
12	0x1000	(reserviert)	
13	0x2000	(reserviert)	
14	0x4000	(reserviert)	
15	0x8000	(reserviert)	

Die Warnungen sind in der Betriebsanleitung bzw. im Anwendungshandbuch „Positionierung“ detailliert beschrieben.
Die Warnung Bit 6 „Absolutwertgeber“ kann über Parameter **1274** in VPlus oder **1273** über Feldbus ausgelesen werden. Die Absolutwertgeber Warnungen im Einzelnen sind im Erweiterungsmodulhandbuch EM-ABS-01 beschrieben.

14.5 Fehlermeldungen

Der nach einer Störung gespeicherte Fehlerschlüssel besteht aus der Fehlergruppe FXX (high-Byte, hexadezimal) und der nachfolgenden Kennziffer XX (low-Byte, hexadezimal).

	Kommunikationsfehler		
	Schlüssel		**Bedeutung**
Motion Control Interface	F04	04	Regelabweichung Lageregler
	F14	42	Pos. SW-Endschalter
		43	Neg. SW-Endschalter
		44	Pos. SW-Endsch. < Neg. SW-Endsch.
		45	Pos. u. Neg. HW-Endschalter gleichzeitig
		46	Endschalter falsch angeschlossen
		47	Pos. HW-Endschalter
		48	Neg. HW-Endschalter
		51	Pos. Drehrichtung gesperrt
		52	Neg. Drehrichtung gesperrt
		53	Systembus-Synchronisation nicht aktiviert
		60	Pos. HW-Endsch.: unzulaessige Signalquelle
		61	Pos. HW-Endsch.: Eingang deaktiviert von PWM-/FF-Eingang
		62	Pos. HW-Endsch.: Eingang deaktiviert von Indexregler
		63	Pos. HW-Endsch.: falsche Betriebsart fuer MFI1
		64	Pos. HW-Endsch.: Eingang deaktiviert von Drehgeber 1
		65	Pos. HW-Endsch.: Eingang deaktiviert von Drehgeber 2
		66	Pos. HW-Endsch.: falsche Betriebsart fuer EM-S1IOD
		70	Neg. HW-Endsch.: unzulaessige Signalquelle
		71	Neg. HW-Endsch.: Eingang deaktiviert von PWM-/FF-Eingang
		72	Neg. HW-Endsch.: Eingang deaktiviert von Indexregler
		73	Neg. HW-Endsch.: falsche Betriebsart fuer MFI1
		74	Neg. HW-Endsch.: Eingang deaktiviert von Drehgeber 1
		75	Neg. HW-Endsch.: Eingang deaktiviert von Drehgeber 2
		76	Neg. HW-Endsch.: falsche Betriebsart fuer EM-S1IOD
	F15	xx	Benutzerdefinierter Fehler in Fahrsatz xx (1 £ xx £ 32)
		70	Keine Referenzfahrt
		71	Ref.-Fahrt: Keine DG-Erfassung mit Nullimpuls
		72	Beide Drehrichtungen gesperrt
		73	kein Touch Probe Signal
CANopen®	F27	14	Communication loss to PLC

Der aktuelle Fehler kann über Parameter *Aktueller Fehler* **260** sowie über die Emergency Message ausgelesen werden.
Parameter *Aktueller Fehler* **259** zeigt den aktuellen Fehler als Klartext im Bedienfeld und der PC Bediensoftware VPlus.
Neben den genannten Fehlermeldungen gibt es weitere Fehlermeldungen, die in der Betriebsanleitung aufgeführt sind. Die Fehler des Motion Control Interface (F14xx, F15xx) sind in dem Anwendungshandbuch „Positionierung“ detailliert beschrieben.

14.6 Umrechnungen

Die Geschwindigkeiten/Frequenzen können in andere Geschwindigkeitsformate mit den Formeln aus diesem Kapitel konvertiert werden:

Frequenz [Hz] in	Geschwindigkeit [1/min]	Siehe Kapitel 14.6.2
	Geschwindigkeit in user units pro Sekunde [u/s]	Siehe Kapitel 14.6.4
Drehzahl [1/min] in	Frequenz [Hz]	Siehe Kapitel 14.6.1
	Geschwindigkeit in user units pro Sekunde [u/s]	Siehe Kapitel 14.6.6
Geschwindigkeit in user units pro Sekunde [u/s] in	Geschwindigkeit [1/min]	Siehe Kapitel 14.6.5
	Frequenz [Hz]	Siehe Kapitel 14.6.3

14.6.1 Drehzahl [1/min] in Frequenz [Hz]

$$f\ [\mathrm{Hz}] = \frac{n[\mathrm{min}^{-1}] \times Polpaarzahl\ (P.373)}{60}$$

14.6.2 Frequenz [Hz] in Drehzahl [1/min]

$$n[\mathrm{min}^{-1}] = \frac{f\ [\mathrm{Hz}] \times 60}{Polpaarzahl\ (P.373)}$$

14.6.3 Geschwindigkeit in user units pro Sekunde [u/s] in Frequenz [Hz]

$$f\ [\mathrm{Hz}] = v\ [\frac{\mathrm{u}}{\mathrm{s}}] \times \frac{Polpaarzahl(P.373)}{Vorschubkonstante\ (P.1115)} \times \frac{Getriebe{:}\,Motorumdrehungen(P.1117)}{Getriebe{:}\,Wellenumdrehungen\ (P.1116)}$$

14.6.4 Frequenz [Hz] in Geschwindigkeit in user units pro Sekunde [u/s]

$$v\ [\frac{\mathrm{u}}{\mathrm{s}}] = f\ [\mathrm{Hz}] \times \frac{Vorschubkonstante\ (P.1115)}{Polpaarzahl\ (P.373)} \times \frac{Getriebe{:}\,Wellenumdrehungen\ (P.1116)}{Getriebe{:}\,Motorumdrehungen(P.1117)}$$

14.6.5 Geschwindigkeit in user units pro Sekunde [u/s] in Drehzahl [1/min]

$$n\ [\mathrm{min}^{-1}] = v\ [\frac{\mathrm{u}}{\mathrm{s}}] \times \frac{60}{Vorschubkonstante\ (P.1115)} \times \frac{Getriebe{:}\,Motorumdrehungen(P.1117)}{Getriebe{:}\,Wellenumdrehungen\ (P.1116)}$$

14.6.6 Geschwindigkeit [1/min] in Geschwindigkeit in user units pro Sekunde [u/s]

$$v\ [\frac{\mathrm{u}}{\mathrm{s}}] = n\ [\mathrm{min}^{-1}] \times \frac{Vorschubkonstante\ (P.1115)}{60} \times \frac{Getriebe{:}\,Wellenumdrehungen\ (P.1116)}{Getriebe{:}\,Motorumdrehungen(P.1117)}$$

Index

A
Aktuelle Position 64
Allgemeines zur Dokumentation 7
Applikations-Warnungen 133
Aufstellung 17
Ausnahmebedingungscode 44
Außerbetriebnahme 19
B
Beispieltelegramme 49
Bestimmungsgemäße Verwendung 11
Bezugssystem 63
C
Client/Server 31
D
Demontage
Kommunikationsmodul 25
E
Electronic Gear Slave mode 115
Elektrischer Anschluss 17
Endschalter freifahren 111
F
Fahrsatz-Betrieb 102
Fehlermeldungen 134
Fehlermeldungen quittieren 45
Funktionscode 32
G
Gewährleistung und Haftung 8
H
Homing mode 99
I
Index Parameter
Lesen 48
Schreiben 48
Istwerte 126
L
Lageabweichung 65
Lageistwert 64
Lageregler 65
Lagerung 17
Local/Remote 68
M
Master/Slave Positionskorrektur 122
Montage
Kommunikationsmodul 24
Motion Control Interface (MCI) 57
Motion Control Override 58
P
Parameterliste 127
Parameterzugriff
Index-Parameter Lesen 48
Index-Parameter Schreiben 48
Profile Position mode 91
Profile Velocity mode [u/s] 86
Protokoll 31
R
Referenzfahrt 64, 66, 99
S
Schleppfehler 64
Sequenz Beispiel
Electronic Gear
Slave mode (Elektronisches Getriebe Slave) 124
Endschalter freifahren 114
Homing mode (Referenzfahrt) 101
Ohne Positioniersteuerung 80
Profile Velocity mode [u/s] 90
Table travel mode (Fahrsatztabellen-Modus) 110
Velocity mode (Geschwindigkeitsmodus) 85
Sicherheit
Allgemein 10
Sollfrequenz Bus 126
Sollfrequenz Rampe 126
Statemachine
Geräte-Steuerung 72
Steuerung
Kontakte 69
Remote-Kontakte 69
T
Table travel record mode 102
TCP/IP-Adresse 29
Telegramm
Aufbau 31
Transport 17
U
Übergang 5 der Statemachine 78
Urheberrecht 8
V
VABusSST Error Register 44
Velocity mode [rpm] 82
W
Warnmeldungen 132
Warnmeldungen Applikation 133
Wartung 18
Z
Zielfenster 64

Bonfiglioli worldwide network.

Bonfiglioli Australia
2, Cox Place Glendenning NSW 2761
Locked Bag 1000 Plumpton NSW 2761
Tel. (+ 61) 2 8811 8000 - Fax (+ 61) 2 9675 6605
www.bonfiglioli.com.au - sales@bonfiglioli.com.au

Bonfiglioli Brazil
Travessa Cláudio Armando 171 - Bloco 3
CEP 09861-730 - Bairro Assunção
São Bernardo do Campo - São Paulo
Tel. (+55) 11 4344 1900 - Fax (+55) 11 4344 1906
www.bonfigliolidobrasil.com.br
bonfigliolidobrasil@bonfiglioli.com

Bonfiglioli Canada
2-7941 Jane Street - Concord, Ontario L4K 4L6
Tel. (+1) 905 7384466 - Fax (+1) 905 7389833
www.bonfigliolicanada.com
sales@bonfigliolicanada.com

Bonfiglioli China
19D, No. 360 Pu Dong Nan Road
New Shanghai International Tower
200120 Shanghai
Tel. (+86) 21 5054 3357 - Fax (+86) 21 5970 2957
www.bonfiglioli.cn - bdssales@bonfiglioli.com.cn

Bonfiglioli Deutschland
Sperberweg 12 - 41468 Neuss
Tel. (+49) 02131 2988-0
Fax (+49) 02131 2988-100
www.bonfiglioli.de - info@bonfiglioli.de

Bonfiglioli España
TECNOTRANS BONFIGLIOLI S.A.
Pol. Ind. Zona Franca sector C, calle F, n°6
08040 Barcelona
Tel. (+34) 93 4478400 - Fax (+34) 93 3360402
www.tecnotrans.com - tecnotrans@tecnotrans.com

Bonfiglioli France
14 Rue Eugène Pottier BP 19
Zone Industrielle de Moimont II
95670 Marly la Ville
Tel. (+33) 1 34474510 - Fax (+33) 1 34688800
www.bonfiglioli.fr - btf@bonfiglioli.fr

Bonfiglioli India
PLOT AC7-AC11 Sidco Industrial Estate
Thirumudivakkam - Chennai 600 044
Tel. +91(0) 44 24781035 - 24781036 - 24781037
Fax +91(0) 44 24780091 - 24781904
www.bonfiglioliindia.com - bonfig@vsnl.com

Bonfiglioli Italia
Via Sandro Pertini lotto 7b
20080 Carpiano (Milano)
Tel. (+39) 02 985081 - Fax (+39) 02 985085817
www.bonfiglioli.it
customerservice.italia@bonfiglioli.it

Bonfiglioli New Zealand
88 Hastie Avenue, Mangere Bridge, Auckland
2022, New Zealand - PO Box 11795, Ellerslie
Tel. (+64) 09 634 6441 - Fax (+64) 09 634 6445
npollington@bonfiglioli.com.au

Bonfiglioli Österreich
Molkereistr 4 - A-2700 Wiener Neustadt
Tel. (+43) 02622 22400 - Fax (+43) 02622 22386
www.bonfiglioli.at
info@bonfiglioli.at

Bonfiglioli South East Asia
No 21 Woodlands indusrial park E1
#02-03 Singapore 757720
Tel. (+65) 6893 6346/7 - Fax (+65) 6893 6342
www.bonfiglioli.com.au
sales@bonfiglioli.com.sg

Bonfiglioli South Africa
55 Galaxy Avenue,
Linbro Business Park - Sandton
Tel. (+27) 11 608 2030 OR - Fax (+27) 11 608 2631
www.bonfiglioli.co.za
bonfigsales@bonfiglioli.co.za

Bonfiglioli Türkiye
Atatürk Organíze Sanayi Bölgesi,
10015 Sk. No: 17, Çigli - Izmir
Tel. +90 (0) 232 328 22 77 (pbx)
Fax +90 (0) 232 328 04 14
www.bonfiglioli.com.tr
info@bonfiglioli.com.tr

Bonfiglioli United Kingdom
Industrial Solutions
Unit 7, Colemeadow Road
North Moons Moat - Redditch,
Worcestershire B98 9PB
Tel. (+44) 1527 65022 - Fax (+44) 1527 61995
www.bonfiglioli.com
uksales@bonfiglioli.com
Mobile Solutions
3 - 7 Grosvenor Grange, Woolston
Warrington - Cheshire WA1 4SF
Tel. (+44) 1925 852667 - Fax (+44) 1925 852668
www.bonfiglioli.co.uk
mobilesales@bonfiglioli.co.uk

Bonfiglioli USA
3541 Hargrave Drive Hebron, Kentucky 41048
Tel. (+1) 859 334 3333 - Fax (+1) 859 334 8888
www.bonfiglioliusa.com

Bonfiglioli Vietnam
Lot C-9D-CN My Phuoc Industrial Park 3
Ben Cat - Binh Duong Province
Tel. (+84) 650 3577411 - Fax (+84) 650 3577422
www.bonfiglioli.vn
salesvn@bonfiglioli.com

Bonfiglioli
power, control and green solutions

Seit 1956 plant und realisiert Bonfiglioli innovative und zuverlässige Lösungen für die Leistungsüberwachung und -übertragung in industrieller Umgebung und für selbstfahrende Maschinen sowie Anlagen im Rahmen der erneuerbaren Energien.

Bonfiglioli Riduttori S.p.A.
Via Giovanni XXIII, 7/A
40012 Lippo di Calderara di Reno
Bologna (Italy)

tel: +39 051 647 3111
fax: +39 051 647 3126
bonfiglioli@bonfiglioli.com
www.bonfiglioli.com

COD.VEC 1049 R0